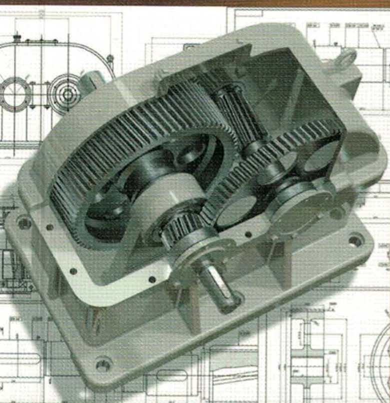
"十三五"国家重点出版物出版规划项目

现代机械工程系列精品教材



Engineering Drawing

工程制图

第2版

丛 伟 ◎ 主编

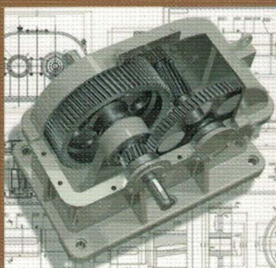




机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

VISIT…

LANZAROTE
Caliente.COM



Engineering Drawing

“十三五”国家重点出版物出版规划项目
现代机械工程系列精品教材

工程制图

第 2 版

主　编　丛　伟
副主编　单宝峰
参　编　秦　然　穆存远　张　平
　　　　王　涛　刘黎阳
主　审　董国耀



机 械 工 业 出 版 社

本书是“十三五”国家重点出版物出版规划项目——现代机械工程系列精品教材之一，是根据教育部制订的“普通高等院校工程图学课程教学基本要求（2010 年 5 月）”，在征求高校具有丰富教学经验的教师的意见和建议基础上修订而成的。本次修订执行了最新发布或修订的技术制图、机械制图和建筑制图等相关国家标准，对局部内容进行了更新，删除了“第十一章计算机绘图基础”，参考了国内外同类教材，并且总结了作者近年来的教学改革实践经验。

本书内容包括：制图的基本知识、机件的常用表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图、焊接构件图、管道布置图、化工设备图、建筑施工图、建筑结构施工图，总共十章。

本书可作为高等学校本科机械类各专业使用的教材，也可供其他各类学校相关专业的师生和广大工程技术人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

工程制图/丛伟主编. —2 版. —北京：机械工业出版社，2018.8

“十三五”国家重点出版物出版规划项目 现代机械工程系列精品教材

ISBN 978-7-111-60007-7

Ⅰ.①工… Ⅱ.①丛… Ⅲ.①工程制图-高等学校-教材 Ⅳ.①TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2018）第 106051 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）
策划编辑：刘小慧 责任编辑：刘小慧 李 超 王保家
责任校对：王 延 封面设计：张 静
责任印制：孙 炜
天津嘉恒印务有限公司印刷
2018 年 9 月第 2 版第 1 次印刷
184mm×260mm · 20.5 印张 · 505 千字
标准书号：ISBN 978-7-111-60007-7
定价：49.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务
服务咨询热线：010-88379833
读者购书热线：010-88379649

网络服务
机 工 官 网：www.cmpbook.com
机 工 官 博：weibo.com/cmp1952
教育服务网：www.cmpedu.com
金 书 网：www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

第 2 版前言

本书是“十三五”国家重点出版物出版规划项目——现代机械工程系列精品教材之一，是根据教育部“普通高等院校工程图学课程教学的基本要求（2010 年 5 月）”，征求几所高校具有丰富教学经验的工程图学教师的意见和建议，由主编丛伟修订而成的。本次修订基本保留第 1 版的内容、结构体系和叙述风格，参考了最新发布或修订的技术制图、机械制图和建筑制图等相关国家标准，对局部内容进行了更新，删除了“第十一章计算机绘图基础”，全面校正了第 1 版中的文字和插图错误。

本书修订后有以下主要特点：

1）仍然保持全书的整体体系，机械制图、化工设备图、建筑施工图等自成体系，相对独立，便于学生选择学习。

2）全书采用最新颁布的技术制图、机械制图和建筑制图等相关国家标准，并且根据课程内容的需要，分别编排在正文和附录中，以培养学生贯彻最新国家标准的意识和查阅国家标准的能力。

3）附录部分增加了“附录 D　常用材料及热处理”，以增强学生的工程意识和对零件设计的整体认识。

4）虽然删除了“第十一章　计算机绘图基础”，但我们又另行出版了一本《计算机工程绘图教程》，该书系统全面地介绍了计算机二维绘图和三维绘图的技能，其主要任务是培养学生合理地运用软件绘制工程图以及三维造型的能力，学生可以根据自己专业的需要选择性地学习相关的内容，其针对性更强，实际上是加强了学生计算机绘图能力的培养。

本书由沈阳航空航天大学丛伟任主编，沈阳航空航天大学单宝峰任副主编。

参加本书编写的有：秦然、穆存远、张平、王涛、刘黎阳。

本书的编写和出版得到了机械工业出版社编辑刘小慧以及沈阳航空航天大学、沈阳建筑大学、沈阳化工大学、沈阳工业大学、沈阳理工大学的领导与老师的大力支持，他们提出了许多宝贵的意见和建议，在此一并表示感谢。

由于编者水平所限，书中难免存在缺点和错误，敬请读者批评指正。

编　者

第 1 版前言

本书是根据教育部“普通高等院校工程图学课程教学基本要求”，参照最新的国家标准，由多所高校具有丰富教学经验的工程图学教师精心编写而成的。

在本书的编写过程中，作者力求做到由浅入深、内容全面、重点突出、语言通俗易懂。本书各章均配有大量的例图，便于学生理解。

本书作者可为使用该教材的教师提供配套的电子挂图库、电子模型库和电子教案，以便任课教师采用多媒体教学。

本书作者来自沈阳航空航天大学、沈阳建筑大学、沈阳工业大学、沈阳化工大学、沈阳理工大学。在本书的编写过程中，作者参考了部分相关教材，所用图例和例题大多来自生产实践，部分选自有关资料、标准，具有理论联系实际的特点。本书内容丰富，读者在使用时可根据需要进行取舍。

本书由沈阳航空航天大学丛伟任主编，沈阳航空航天大学单宝峰任副主编。参加编写工作的人员及分工情况为：沈阳航空航天大学丛伟（负责编写绪论、第四章、第五章），沈阳航空航天大学丛伟、沈阳理工大学刘黎阳（负责编写第二章），沈阳航空航天大学单宝峰（负责编写第三章），沈阳工业大学王涛（负责编写第一章），沈阳化工大学秦然（负责编写第八章），沈阳化工大学张平（负责编写第六章、第七章），沈阳建筑大学穆存远、机械工业出版社马军平（负责编写第九章、第十章），沈阳建筑大学陈士忠（负责编写第十一章）。沈阳航空航天大学张鹏参加了部分内容的资料采集工作。丛伟负责全书统稿。

本书由北京理工大学董国耀教授担任主审，他对书稿提出了许多宝贵的意见和建议，在此表示衷心感谢。

本书在编写过程中，得到了沈阳航空航天大学、沈阳建筑大学、沈阳化工大学、沈阳工业大学、沈阳理工大学有关领导的大力支持和热心指导，在此一并表示感谢。

由于编者水平所限，书中难免存在不足之处，敬请读者批评指正。

编　者

目　　录

第 2 版前言
第 1 版前言
绪论 …… 1

第一章　制图的基本知识 …… 4
第一节　制图国家标准简介 …… 4
第二节　常用手工绘图工具及使用方法简介 …… 11
第三节　几何作图 …… 12
第四节　平面图形的分析与作图步骤 …… 14
思考题 …… 14

第二章　机件的常用表达方法 …… 16
第一节　视图 …… 16
第二节　剖视图 …… 18
第三节　断面图 …… 28
第四节　简化画法和其他规定画法 …… 31
第五节　第三角投影法简介（GB/T 14692—2008） …… 38
思考题 …… 41

第三章　标准件和常用件 …… 42
第一节　螺纹和螺纹连接 …… 42
第二节　螺纹紧固件 …… 51
第三节　键连接 …… 58
第四节　销连接 …… 62
第五节　滚动轴承 …… 64
第六节　齿轮 …… 69
第七节　弹簧 …… 80
思考题 …… 83

第四章　零件图 …… 84
第一节　概述 …… 84
第二节　零件图的视图选择和表达方案 …… 85
第三节　零件图的尺寸标注 …… 89
第四节　典型零件的零件图分析 …… 94
第五节　零件结构的合理性 …… 103
第六节　极限与配合 …… 109
第七节　几何公差 …… 117
第八节　表面结构 …… 121
第九节　零件测绘 …… 127
第十节　读零件图 …… 132
思考题 …… 135

第五章　装配图 …… 137
第一节　装配图的作用和内容 …… 137
第二节　装配图的表达方法 …… 139
第三节　装配图的尺寸标注 …… 141
第四节　装配图中的零部件序号和明细栏 …… 142
第五节　装配结构简介 …… 143
第六节　机器测绘与装配图绘制 …… 145
第七节　读装配图 …… 152
第八节　由装配图拆画零件图 …… 154
思考题 …… 165

第六章　焊接构件图 …… 166
第一节　焊缝的形式及画法 …… 166
第二节　焊缝的符号 …… 167
第三节　焊缝的标注 …… 172
第四节　焊接结构图例 …… 175
思考题 …… 178

第七章　管道布置图 …… 179
第一节　概述 …… 179
第二节　管道及附件的图示画法 …… 182
第三节　管道布置图 …… 186
第四节　读管道布置图 …… 188
思考题 …… 189

第八章　化工设备图 …… 190
第一节　概述 …… 190

第二节 化工设备的视图表达 195
第三节 化工设备图的尺寸标注 201
第四节 化工设备图中的表格与技术要求 203
第五节 化工设备图的绘制与阅读 210
思考题 218

第九章 建筑施工图 219
第一节 概述 219
第二节 建筑总平面图 226
第三节 建筑平面图 229
第四节 建筑立面图 239
第五节 建筑剖面图 244
第六节 建筑详图 246
思考题 250

第十章 建筑结构施工图 251
第一节 概述 251
第二节 钢筋混凝土结构的基本知识及图示方法 254
第三节 楼层结构布置图 262
第四节 基础图 275
第五节 结构施工说明 278
思考题 281

附录 282
附录 A 螺纹 282
附录 B 常用标准件 285
附录 C 常用零件结构要素 302
附录 D 常用材料及热处理 306
附录 E 极限与配合 312

参考文献 321

绪　论

一、图形的历史与作用

有史以来，人类就试图用图形来表达和交流思想，从远古洞穴岩石上的石刻可以看出，在没有语言文字以前，图形就已经是一种有效的交流工具了。

考古发现，早在公元前2600年就出现了可以称为工程图样的图，那是刻在古尔迪亚泥板上的一张神庙的地图。直到1500年文艺复兴时期，才出现将平面图和其他多面图画在同一画面上的设计图。300年之后，法国著名科学家加斯帕·蒙日（G. Monge，1746—1818）总结创立了画法几何学，他对各种表达方法进行总结归纳，写成《画法几何》一书。蒙日的著作在工业革命中起到了重大作用，它使工程设计有了统一的表达方法和科学法则，这样便于技术交流和批量生产。我国早在2000年前就有了正投影法表达的图样。1977年，在河北省平山县出土的公元前323年至公元前309年的战国中山王墓，发现在青铜板上用金银线条和文字制成的建筑平面图，这也是世界上迄今为止罕见的最早的工程图样。随着科学技术的不断发展，在而后的百余年中，工程技术的进步以及生产规模的逐渐扩大，许多学者和工程技术人员对工程制图的理论和方法做了大量的研究工作，均使之不断发展乃至日趋完善。

在现代化的工业生产中，各种机器、仪表或设备都是按照工程图样来进行生产的。图样以图形为主，包括尺寸、符号以及必要的文字说明，是设计与生产过程中的重要技术资料。在生产活动中，人们离不开图样，就如同在生活中离不开语言一样，它是交流设计思想、表达设计要求的一种重要工具。因而工程图样被公认为工程界的“语言”。

随着计算机技术的飞速发展，制图技术发生了重大变化，计算机图形学（Computer Graphics，CG）和计算机辅助设计（Computer Aided Design，CAD）技术大大地改变了传统的设计方式。人们甚至从设计开始就从三维入手，直接产生三维实体，然后赋予各种属性（如材料、力学特性等），再赋予加工信息，最终到数控车间进行加工。这大大改变了用画法几何的方法绘制二维图形的方式。目前，在工程设计制图中用计算机绘图来代替手工绘图已非常普遍，设计单位已经全部实现计算机绘图，由此引起了工程制图技术的一场根本性变革。

概括来说，图形在人类社会中的作用有：

1）图形是研究工程与产品信息表达、交流与传递的学问。工程图样是工程界表达、交流的语言。

2）在工程设计中，工程图样作为构思、设计与制造工程与产品信息的定义、表达和传递的主要媒介，在机械、土木、建筑、水利、园林等领域的技术工作和管理工作中有着广泛的应用。

3）在科学研究中，图形可直观表达实验数据，反映科学规律，对于人们把握事物的内在联系和掌握问题的变化趋势，具有重要意义。

4）在表达、交流信息和形象思维的过程中，图形的形象性、直观性和简洁性，是人们认识规律、探索未知的重要工具。

因此，对于新世纪的大学生，工程制图就像数学、物理、化学、外语、计算机应用一样，它体现了一种素质，它是一种工具、一种思维方式。

在工程知识中，工程制图是大学生工程认知的第一个窗口，也是最适合的窗口。

二、本课程的任务和目的

学校是培养人才的摇篮，而人的培养应注重过程，这个过程不仅是知识的积累和传递，更重要的是能力的培养与提高。作为工程技术人员，不具备分析问题和解决问题的能力以及创新的思维，将不能胜任技术工作；不会用仪器和计算机绘图，在能力上是欠缺的、不完整的，也不便于与人通过图样进行交流。

本课程的主要目的是培养学生能够自觉地运用各种绘图手段来构思、分析和表达工程问题的能力。这种能力是每个工程技术人员所必须具备的。

本课程的任务和目的主要有以下几点：

1）学习正投影法的原理和应用。

2）培养空间几何问题的图解能力和将工程技术问题抽象为几何问题的初步能力。

3）培养阅读和绘制工程图样的基本能力。

4）培养空间想象、构思和造型能力。

5）培养仪器绘图、徒手绘草图、计算机绘图的能力，特别是利用计算机绘图的初步能力。

6）培养贯彻、执行和遵守相关制图国家标准的能力。

7）培养认真、细致、严谨和科学的作风，以提高学习者的素质。

三、本课程的主要内容

（1）制图标准　学习国家相关制图标准中的有关规定，并严格遵守国家标准和规定。

（2）表达方法　运用投影原理和方法，遵照国家标准的规定，研究机械零件、机械部件、焊接构件、管路布置、化工设备、建筑施工以及有关专业工程图样的表达和读图方法。

（3）绘图技法　学习并掌握用二维、三维图形方式表达设计对象的仪器作图、徒手绘草图以及计算机绘图的方法和技能，遵循正确的作图步骤和方法。

四、本课程的学习方法

1. 空间想象和空间思维与投影分析和作图过程紧密结合

培养学生的空间想象能力，既是本课程的重要任务，又是学好本课程的关键，对于后续课程的学习也非常重要。在理论学习中，要尽量弄清相关问题的空间情况；在绘图与读图实

践中，要反复地进行由空间到平面，再由平面到空间的交叉练习；读图时注意记忆常见结构，增加头脑中的表象积累，在课程的学习中不断提高自己的空间想象能力。

2. 理论联系实际，掌握正确的方法和技能

本课程的动手实践性很强，学生在掌握基本概念和基本理论的基础上，必须通过大量、反复地做练习和画图、读图的实践训练才能学会和掌握用理论分析实际问题、解决实际问题的正确方法和步骤，以及实际绘图的正确方法、步骤和操作技能。

3. 加强标准化意识和对国家标准的学习

为了确保图样传递信息准确无误，对图形形成的方法和图样的具体绘制、标注方法等都必须有严格、统一的规定，以保证其正确与规范。在我国，对工程技术图样重要的统一规定是以“国家标准”的形式作出的。

国家标准简称“国标”，代号“GB”。第一个《机械制图》国家标准是1959年颁布的，第一个《建筑制图》国家标准是1965年颁布的。此后，随着科学技术的进步、社会的发展以及对外交流的加强，国家标准也在不断地修订和制定，并按照需要制定了对各个技术领域和部门共同适用的、统一的国家标准《技术制图》。

国家标准对投影方法、图样画法、尺寸注法、图纸幅面及格式、比例、字体、图线等诸多方面都作了规定，每位学习者都应从开始学习本课程时就树立标准化意识，认真学习并严格遵守国家标准的各项规定，以保证自己所绘图样的正确、规范。

4. 与工程实际相结合

本课程是一门既具有系统理论，又有较强实践性的专业基础课程，也是服务于工程实际的实操课程。因此，从它的课程定位来看，学生在学习中必须注意学习和积累相关的工程实际知识，这些知识的积累对加强读图和画图能力以及后续课程的学习均非常有益。

5. 树立良好的学习、工作作风

工程图样是组织生产、施工的重要技术文件，图样上的错误会给生产带来不同程度的损失，还可能造成事故，所以学生在学习过程中应注意自觉培养认真负责、一丝不苟的工作作风。

第一章

制图的基本知识

图样是现代工业生产的重要技术文件，是人们表达设计思想，进行技术交流，组织生产与施工的重要工具之一，是工程技术人员的“语言”。国家标准对工程图样有详细规定，绘图时必须严格遵守。

第一节　制图国家标准简介

一、图纸幅面及格式（GB/T 14689—2008）

1. 图纸幅面

表 1-1 所列为国家标准（GB/T 14689—2008）中规定的各种图纸幅面尺寸，绘图时应优先采用，必要时可延长边长，加长量应符合本标准的规定。

表 1-1　图纸幅面　（单位：mm）

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框。其格式分为留装订边和不留装订边两种。留装订边的图纸，其图框格式如图 1-1 所示；不留装订边的图纸，其图框格式如图 1-2 所示。

3. 标题栏

每张图样必须画出标题栏，标题栏的格式和尺寸应符合 GB/T 10609. 1—2008 的规定。在练习绘制零件图时，建议采用图 1-3 所示的标题栏格式。标题栏的位置位于图纸的右下角，如图 1-1、图 1-2 所示。看图方向与标题栏中的文字方向一致。

二、比例（GB/T 14690—1993）

1. 术语

比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。原值比例是指比值为 1 的比

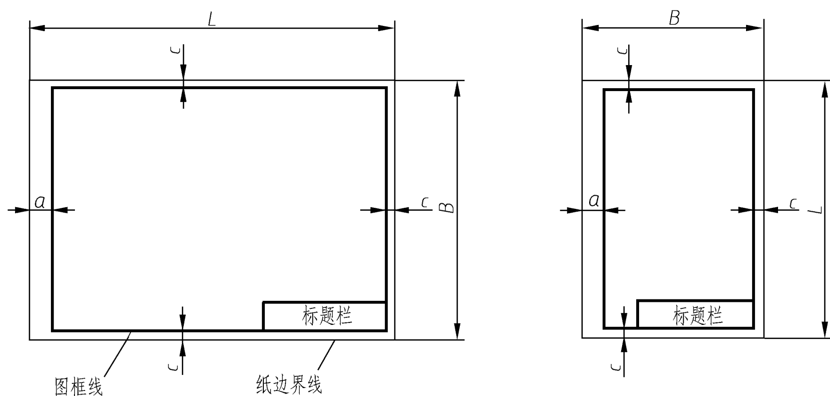


图 1-1　留装订边的图框格式

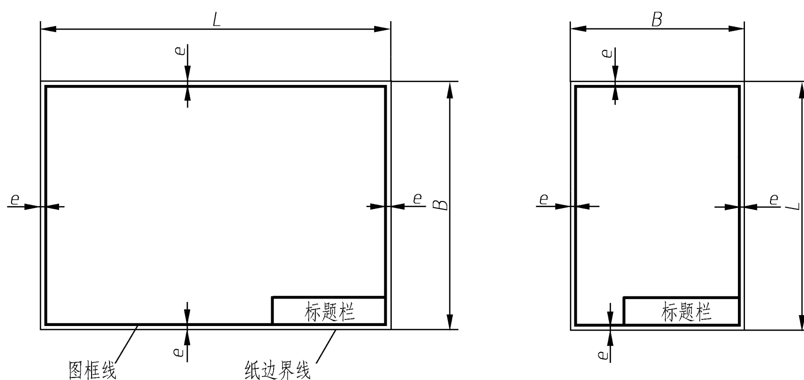


图 1-2　不留装订边的图框格式

(图名)			比例	数量	材料	(图号)
制图	(签名)	(日期)	(校名)			
审核	(签名)	(日期)				

(尺寸：16，8，8；20，25，15；15，15，20，30；8；140)

图 1-3　教学用的零件图标题栏

例，即 1∶1。放大比例是指比值大于 1 的比例，如 2∶1 等。缩小比例是指比值小于 1 的比例，如 1∶2 等。

2. 比例系数

需要按比例绘制图样时，应从表 1-2 规定的系列中选取适当的比例。

绘制同一物体的各个视图尺寸时，应尽量采用相同的比例，并填在标题栏中比例一项内。当某个视图需要采用不同比例时，必须另行标注。

为了能从图样上得到实物大小的真实概念，应尽量采用 1∶1 的比例绘图。不论采用何种比例绘图，图中所标注的尺寸数值必须是实物的实际尺寸，与图形的比例无关，如图 1-4 所示。

表 1-2　优先系列比例

种　　类	比　　例		
原值比例	1∶1		
缩小比例	1∶2 1∶2×10^n	1∶5 1∶5×10^n	1∶10 1∶10×10^n
放大比例	5∶1 5×10^n∶1	2∶1 2×10^n∶1	 1×10^n∶1

注：*n* 为正整数。

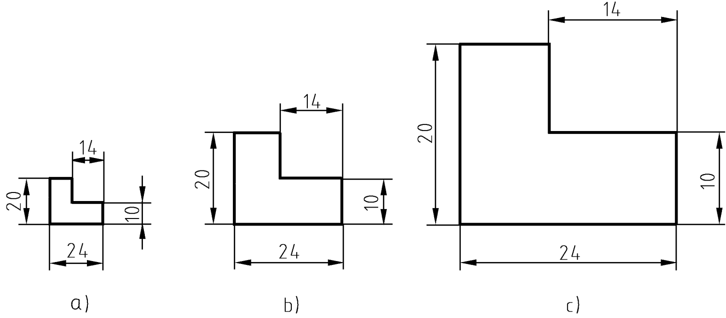


图 1-4　图形比例与尺寸数字

a) 1∶2　b) 1∶1　c) 2∶1

三、字体（GB/T 14691—1993）

图样除了包含表示物体形状的图形外，还必须用文字、数字和字母表示物体的大小及技术要求等内容。国家标准对字体的大小和结构都做了统一的规定。

1. 基本要求

1）在图样中书写汉字、数字和字母时，都必须做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

2）字体高度（用 *h* 表示）的公称尺寸系列为 1.8mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm。如需要书写更大的字，其字体高度应按$\sqrt{2}$的比值递增。字体高度代表字体的号数。

3）汉字应写成长仿宋体，并且采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度 *h* 不应小于 3.5mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$。

4）字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度（*d*）为字高（*h*）的 1/14，B 型字体的笔画宽度（*d*）为字高（*h*）的 1/10。在同一图样上，只允许选用一种形式的字体。

5）字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75°。

2. 书写示例

汉字、数字和字母的书写示例如图 1-5 所示。

四、图线（GB/T 4457.4—2002）

1. 线型及应用

国家标准 GB/T 17450—1998 中规定了 15 种基本线型，绘制机械图样一般使用 8 种基本

10 号字

字体工整　笔画清楚　间隔均匀　排列整齐

7 号字

横平竖直注意起落结构均匀填满方格

5 号字

技术制图机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山井坑港口纺织服装

3.5 号字

螺纹齿轮端子接线飞行指导驾驶舱位挖填施工引水通风闸阀坝棉麻化纤



图 1-5　汉字、数字和字母的书写示例

图线，其名称、线型及应用见表 1-3。

表 1-3　常用线型及应用

线型名称	线　　型	图线宽度	一 般 应 用
粗实线	━━━━━━	d(0.5mm)	可见轮廓线、可见棱边线
细实线	──────	$d/2$(0.25mm)	尺寸线及尺寸界线、剖面线、指引线、过渡线等
波浪线	～～～～	$d/2$(0.25mm)	断裂处的边界线、视图与剖视图的分界线
双折线	─╱╲─╱╲─	$d/2$(0.25mm)	断裂处的边界线
细虚线	- - - - - - -	$d/2$(0.25mm)	不可见轮廓线、不可见过渡线
细点画线	──── - ──── - ────	$d/2$(0.25mm)	轴线及对称中心线、齿轮分度圆(线)及分度线
粗点画线	━━━ ━ ━━━ ━ ━━━	d(0.5mm)	限定范围的表示线、有特殊要求的线等
细双点画线	──── -·- ──── -·- ──	$d/2$(0.25mm)	相邻辅助零件的轮廓线、可动零件极限位置的轮廓线、轨迹线、中断线

机械图样中，图线宽度 d 分为粗、细两种，其比例为 2∶1。按图样的大小和复杂程度，在下列系数中选择：0.13mm、0.18mm、0.25mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm、2mm。粗实线宽度优先采用 0.5mm。图线的应用示例如图 1-6 所示，在图示零件的视图上，粗实线表达该零件的可见轮廓线，虚线表达不可见轮廓线，细实线表达尺寸线、尺寸界线及剖面线，波浪线表达断裂处的边界线及视图和剖视图的分界线，细点画线表达对称中心线及轴线，细双点画线表达相邻辅助零件的轮廓线。

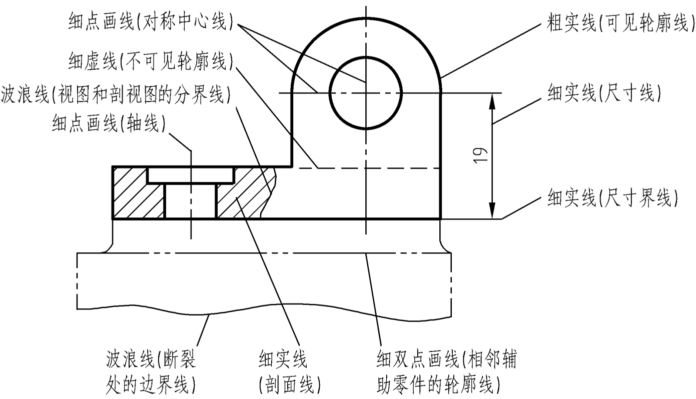


图 1-6　图线的应用示例

2. 图线画法

1）同一图样中，同类图线的宽度应一致。细虚线、细点画线及细双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。

2）两条平行线（包括剖面线）之间的距离应不小于粗实线的两倍宽度，其最小距离不得小于 0.7mm。

3）绘制相交中心线时，应以长画相交，细点画线的起始与终了应为长画。一般中心线应超出轮廓线 3~5mm 为宜，如图 1-7a 所示。图 1-7b 所示为绘制中心线时常见的错误。绘制较小图形时，允许用细实线代替细点画线，如图 1-7c 所示。

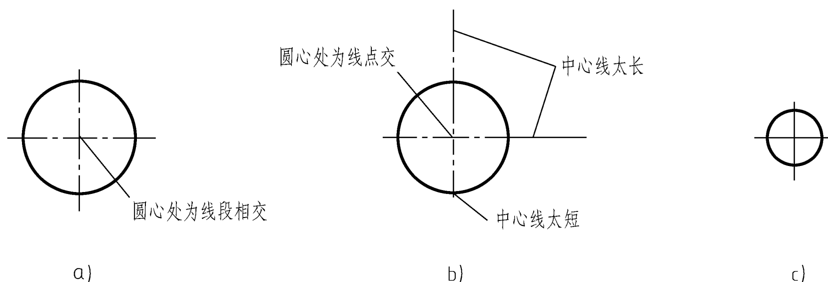


图 1-7　中心线的画法

a）正确　b）错误　c）用细实线代替细点画线

4）细点画线、细虚线与其他图线相交时都应为线段相交，不能交在空隙处。当细虚线在粗实线的延长线上时，应留出空隙，再画细虚线的短画线。

五、尺寸标注（GB/T 4458.4—2003）

物体的形状可用图形来表达，但其大小必须由图样上标注的尺寸来确定。尺寸标注是绘制工程图样的一项重要内容。在绘制图样时必须按 GB/T 4458.4—2003《机械制图　尺寸注法》中的规定画法和 GB/T 16675.2—2012《技术制图　简化表示法　第 2 部分：尺寸注法》的规定标注尺寸，否则会引起混乱，给生产带来损失。

1. 基本规则

1）机件的真实大小应以图样上所标注的尺寸数值为依据，与图形的大小及绘图的准确度无关。

2）图样中的尺寸以毫米（mm）为单位时，不需在尺寸数值后面标注计量单位的符号或名称，如采用其他单位，则必须注明相应计量单位的符号。

3）图样中所标注的尺寸为该图样所示机件的最后完工尺寸，否则应另加说明。

4）机件的一个尺寸一般只标注一次，并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸的组成

完整的尺寸应由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字等要素组成。尺寸线终端可以有箭头、斜线两种形式。

标注尺寸时，应尽可能使用符号和缩写词。标注尺寸的符号和缩写词见表 1-4。尺寸标注的基本方法见表 1-5。

表 1-4　标注尺寸的符号和缩写词

名　称	直径	半径	球直径	球半径	厚度	正方形
符号和缩写词	ϕ	R	$S\phi$	SR	t	□
名　称	45°倒角	深度	沉孔或锪平		埋头孔	均布
符号和缩写词	C	↧	⌴		⌵	EQS

表 1-5　尺寸标注的基本方法

项目	说　　明	图　　例
尺寸界线	尺寸界线用细实线绘制,也可以利用轮廓线或中心线作为尺寸界线	
尺寸线	1. 尺寸线必须用细实线单独画出。轮廓线、中心线或它们的延长线均不可作为尺寸线使用 2. 标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行	正确　错误
尺寸数字	尺寸数字一般标注在尺寸线的上方或中断处	
	线性尺寸的数字应按图 a 所示的方向填写,并尽量避免在图示 30°范围内标注尺寸;当无法避免时可按图 b 所示的方法标注	a)　b)
	尺寸数字不可被任何图线所通过,当不可避免时,必须把图线断开	
直径与半径	标注直径尺寸时,应在尺寸数字前加注直径符号“ϕ”;标注半径尺寸时,加注半径符号“R”	

（续）

项目	说　　明	图　　例
直径与半径	半径尺寸必须标注在投影为圆弧的图上，且尺寸线或其延长线应通过圆心	R12　R19　R14　R9
	大圆及球半径的标注方法	R78　SR70
狭小位置的尺寸标注	1. 当没有足够的位置画箭头或写数字时，可将其中之一布置在外面 2. 位置更小时，箭头和数字可以都布置在外面 3. 标注一连串小尺寸时，可用小圆点或斜线代替箭头，但两端箭头仍然画出	5 3 5　7　3　3 ϕ10　ϕ10　ϕ6　ϕ6 R3　R3　R3　R3　R3
角度	1. 角度的尺寸界线必须沿径向引出 2. 角度的数字一律水平填写 3. 角度的数字应写在尺寸线的中断处，必要时允许写在外面，或引出标注	55°　79°　11°　73°　40°　21°　81°

第二节　常用手工绘图工具及使用方法简介

一、绘图方法介绍

一般用以下三种方法绘制图样：

（1）计算机绘图　计算机绘图是指应用计算机软件绘制图样。

（2）徒手绘图　徒手绘图是指以目测估计图形与实物的比例，按一定画法徒手（或部分使用绘图仪器）绘制图样的草图。

（3）仪器绘图　仪器绘图是指使用绘图仪器和工具绘制图样。

二、绘图工具及其使用方法

正确使用绘图工具是提高绘图质量和速度的前提。下面介绍几种常用的绘图工具。

（1）图板　图板用于铺贴图纸，其表面应平滑光洁，图板的侧边为丁字尺的导边，应平直光滑，其用法如图 1-8 所示。

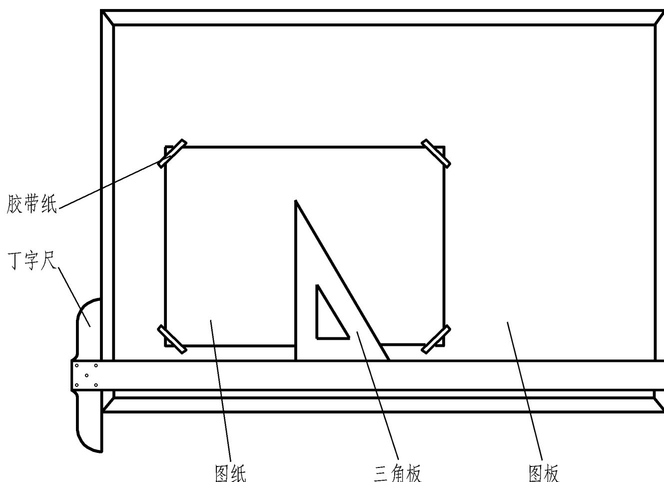


图 1-8　图纸与图板

（2）丁字尺和三角板　两者配合使用，可以画水平线、垂直线和特殊角度线。

（3）圆规与分规　圆规用于画圆和圆弧。画图时尽量使钢针和铅芯都垂直于纸面，且钢针的台阶与铅芯尖平齐。分规主要用于量取线段长度、等分线段。使用分规时，两个针尖应调整平齐。

（4）绘图铅笔　绘制工程图样应使用铅笔。绘图铅笔依铅芯的软硬有 2B、B、HB、H、2H 等多种标号。B 前面的数字越大，表示铅芯越软；H 前面的数字越大，表示铅芯越硬；HB 标号的铅芯软硬适中。绘图时建议按下列标号选用绘图铅笔：

1）画粗实线时选用 HB 型或 B 型铅笔，画粗实线圆时选用 2B 型铅笔。

2）写字、画箭头、画细实线和各类细点画线时选用 HB 型或 H 型铅笔。

3）打底稿时用 H 型或 2H 型铅笔轻轻绘出。

第三节　几 何 作 图

一、正六边形的画法

绘制正六边形时，一般利用正六边形的边长等于外接圆半径的原理，按图 1-9 所示的方法绘制。

二、斜度与锥度

1. 斜度

斜度是指直线或平面对另一直线或平面的倾斜程度。通常用两直线或两平面夹角的正切来表示，并将此值化成 1∶n 的形式，如图 1-10a 所示。斜度符号的画法如图 1-10b 所示。标注斜度时，符号方向应与斜度方向一致，如图 1-10c 所示。

2. 锥度

锥度是指圆锥的底圆直径 D 与圆锥高度 L 之比。若为圆台，则为两底圆直径之差与圆台高度之比。通常，锥度也要化成1∶n的形式，如图 1-11a 所示。锥度符号的画法如图 1-11b 所示。标注锥度时，符号方向应与圆锥方向一致，如图 1-11c 所示。

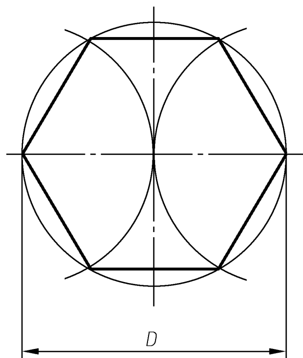


图 1-9　正六边形画法

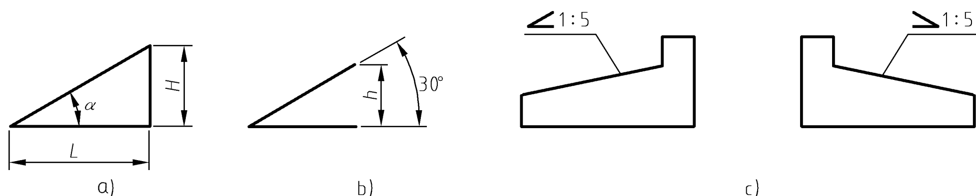


图 1-10　斜度标注及其符号画法

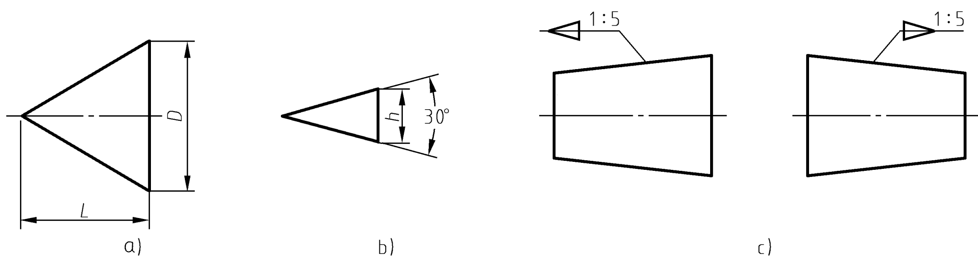


图 1-11　锥度标注及其符号画法

三、圆弧连接

圆弧与直线、圆弧与圆弧的光滑连接，关键在于正确找出连接圆弧的圆心以及切点的位置。当两圆弧以内切方式相连接时，连接弧的圆心由 $R-R_1$ 确定，当两圆弧以外切方式相连接时，连接弧的圆心由 $R+R_1$ 确定。


例 1-1　完成图 1-12 所示轴承座轮廓上的圆弧连接。

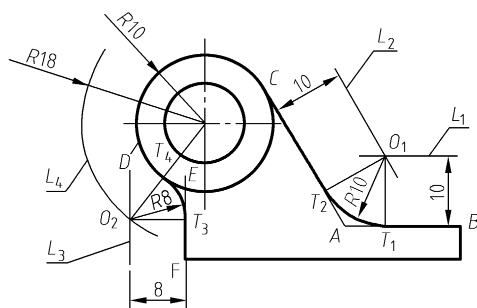


图 1-12　圆弧连接

图 1-12 右端 $R10$ 处为连接圆弧与两条已知

直线 AB 和 AC 同时相切。根据分析可知，该圆心为两条轨迹 L_1、L_2 的交点 O_1；分别作连接圆弧与直线 EF 的切点 T_3 以及与已知圆弧 D 的切点 T_4，从而作出该连接圆弧。

第四节　平面图形的分析与作图步骤

任何平面图形总是由若干线段（包括直线段、圆弧、曲线）连接而成的，每条线段又由相应的尺寸来确定其长短（或大小）和位置。一个平面图形能否正确绘制出来，取决于图中所给尺寸是否齐全和正确。因此，绘制平面图形时应先进行尺寸分析和线段分析。

1. 尺寸分析

平面图形中的尺寸可以分为以下两大类：

（1）定形尺寸　确定平面图形中几何元素大小的尺寸称为定形尺寸，如直线段的长度、圆弧的半径等。

（2）定位尺寸　确定几何元素位置的尺寸称为定位尺寸，如圆心的位置尺寸、直线与中心线的距离尺寸等。

2. 线段分析

平面图形中的线段可分为以下三类：

（1）已知线段　具有齐全的定形尺寸和定位尺寸的线段称为已知线段，作图时可以根据已知尺寸直接绘出。

（2）中间线段　只给出定形尺寸和一个定位尺寸的线段称为中间线段，其另一个定位尺寸可依据与相邻已知线段的几何关系求出。

（3）连接线段　只给出线段的定形尺寸，定位尺寸可依据其两端相邻的已知线段求出的线段称为连接线段。

仔细分析上述三类线段的定义，不难得出线段连接的一般规律：在两条已知线段之间可以有任意个中间线段，但必须有且只有一条连接线段。

以图 1-13 所示的吊钩为例，说明绘制平面图形的一般步骤：

1）先画基准线和已知线段，如图 1-14a、b 所示。

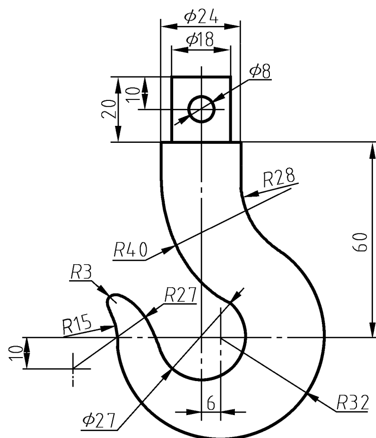


图 1-13　吊钩

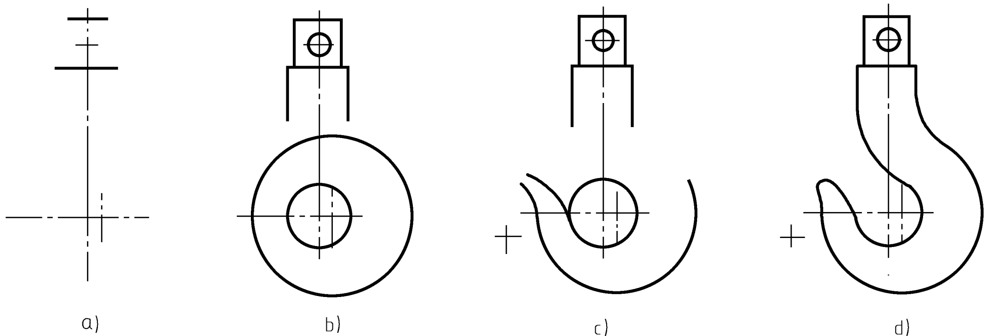


图 1-14　几何作图示例

a）画基准线　b）画已知线段　c）画中间线段　d）画连接线段

2）再画中间线段，其中 $R27$ 圆弧的圆心纵坐标依据尺寸 10 确定，横坐标则根据其与 $\phi27$ 圆弧相外切的几何条件求出，如图 1-14c 所示。

3）最后画连接线段 $R28$、$R40$ 和 $R3$。

4）检查整理，加粗并标注尺寸，完成全图，如图1-13、图 1-14d 所示。

思　考　题

1. 绘图的比例有几种？
2. 字体的号数与字高有什么关系？
3. 机械图样上有哪几种图线形式？
4. 尺寸标注有哪些基本规则？
5. 试列举一些常用的标注尺寸的符号和缩写词。
6. 试述平面图形的线段分类及绘制平面图形的一般步骤。
7. 徒手绘制的草图尺寸应按目测的大小比例标注，还是按实物大小标注？



第二章

机件的常用表达方法

在工程实际中，机件的形状是千变万化的，有的机件的外形和内形都比较复杂，仅采用主、俯、左三个视图和“可见部分画粗实线，不可见部分画细虚线”的方法，不可能完整、清晰地把它们表达出来。为此，国家标准《机械制图》规定了表达机件内外形状的各种常用表达方法——视图、剖视、断面、局部放大、简化画法及其他规定画法。掌握这些表达方法是正确绘制和阅读机械图样的基本条件，每个工程技术人员在绘图时必须遵守这些规定。本章将重点介绍各种表达方法的基本概念、画法及标注方法。在此基础上，做到灵活运用，正确、完整、清晰地表达机件的各部分形状。

第一节　视　　图

根据有关标准和规定，用正投影法所绘制出物体的图形称为视图。视图主要用来表达机件的外部结构形状，一般只画出机件的可见部分，必要时才画出不可见部分。视图通常可分为基本视图、向视图、局部视图和斜视图。

一、基本视图

机件向基本投影面投射所得的视图称为基本视图。基本投影面除前面用过的正投影面、水平投影面和侧投影面外，又增加了分别与它们相平行的三个投影面。增加了这三个投影面之后，由右向左投射，得到右视图；由下向上投射，得到仰视图；由后向前投射，得到后视图。六个投影面的展开方法如图 2-1a 所示，展开后六个视图的配置关系如图 2-1b 所示。

六面视图的度量对应关系仍遵守“三等”规律，即：主、俯、仰、后视图等长，主、左、右、后视图等高，左、右、俯、仰视图等宽。

六面视图的方位对应关系与三视图一样，其中左、右、俯、仰视图靠近主视图的一边代表物体的后面，而远离主视图的一边代表物体的前面，如图 2-1b 所示。

没有特殊情况，优先选用主、俯和左三视图。

二、向视图

当六个基本视图在同一张图纸内按图 2-1b 所示的方式配置时，可以不标注视图的名称。若某个视图不能按图 2-1b 所示的位置配置，则应在该视图的上方标出“×”（“×”为大写的

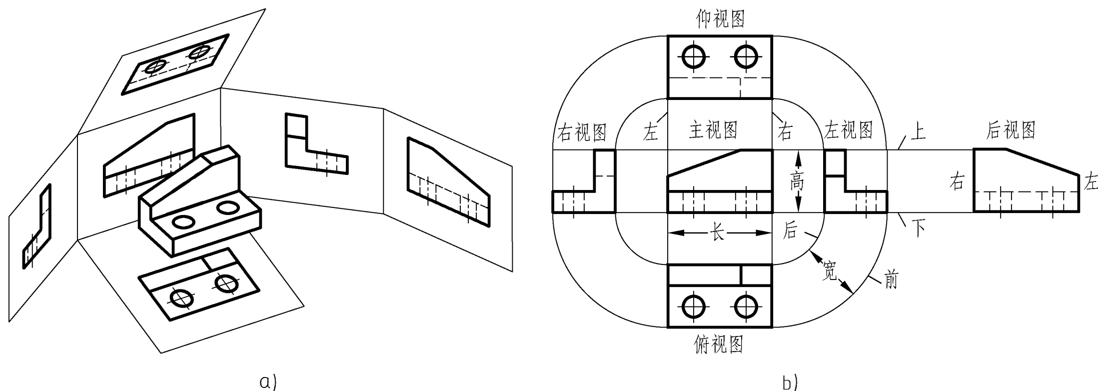


图 2-1　六面视图

斜体拉丁字母），在相应视图的附近用箭头指明投射方向，并标注相同的字母（如图 2-2 中的 *A*）。这种位置可自由配置的基本视图称为向视图。

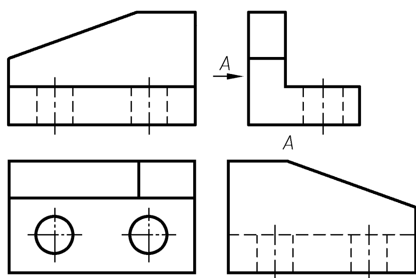


图 2-2　向视图

三、局部视图

当机件仅有局部结构形状需要表达，而又没有必要画出其完整的基本视图时，可将机件的某一部分向基本投影面投射，由此所得的视图称为局部视图。

局部视图的断裂处边界用波浪线（如图 2-3 中 *A*、*B* 向视图）或双折线表示。当所表示的局部结构是完整的，且外轮廓又封闭时，则波浪线或双折线可以省略（如图 2-3 中 *C* 向视图）；当局部视图是为了节省绘图时间和图幅，将对称机件的视图只画一半或四分之一时，应在对称中心线的两端画出两条与其垂直的平行细实线，如图 2-51 所示。

局部视图可按基本视图的形式配置。中间没有其他图形隔开时，可省略标注，如图 2-4b 中俯视图方向的局部视图所示；也可以按向视图的形式配置并标注，标注方法与向视图相同，如图 2-3 中 *C* 向局部视图所示。

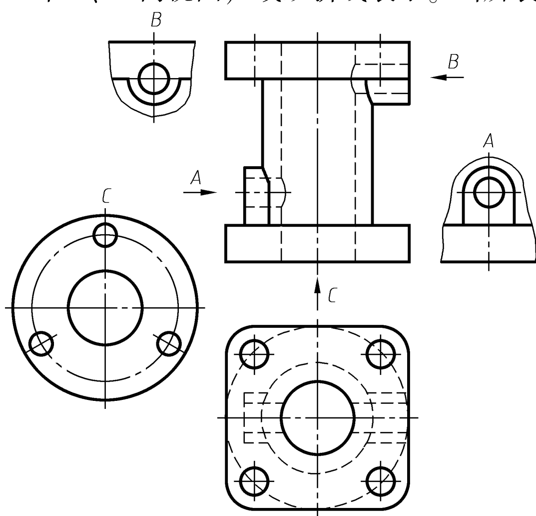


图 2-3　局部视图

四、斜视图

当机件的表面与基本投影面成倾斜位置时（如图 2-4 所示的机件右侧结构），在基本投影面上就不能反映表面的实形。这时，可用更换投影面的方法，增设一个与倾斜表面平行的辅助投影面，并在该投影面上作出反映倾斜部分实形的投影。这种将机件向不平行于基本投影面的平面投射所得的视图称为斜视图。

斜视图一般只表达倾斜部分的局部形状，其余部分不必全部画出，可用波浪线或双折线断开。

斜视图通常按向视图的形式配置并标注。注意表示斜视图名称的大写拉丁字母应按正常方向书写，不要随视图倾斜而改变方向。

斜视图最好按图 2-4a 所示的投影关系配置，必要时也可以平移到其他适当位置。在不引起误解时，允许将斜视图旋转，如图 2-4b 所示，旋转符号的箭头指示旋转的方向，旋转符号的半圆半径等于字高；表示该视图名称的大写拉丁字母应靠近旋转符号的箭头端，需给出旋转角度时，角度应注写在字母之后，如图 2-4c 所示。

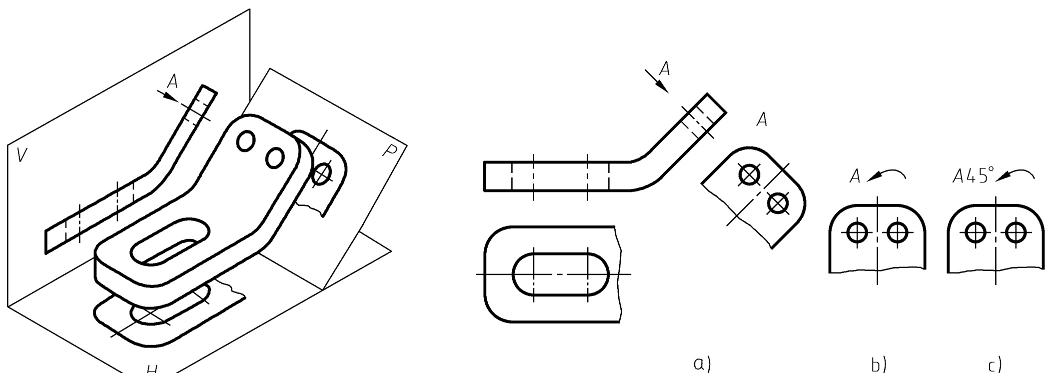


图 2-4 斜视图

第二节 剖 视 图

剖视图主要用来表达机件的内部结构形状。剖视图分为全剖视图、半剖视图和局部剖视图三种；用来剖切机件的剖切面根据其相对于投影面的位置及剖切面组合的数量，分为单一剖切面（平面或圆柱面）、几个平行的剖切平面、几个相交的剖切面。

一、剖视图的基本知识

1. 剖视图的形成

当机件的内部结构较为复杂时，用视图表达将会出现较多虚线，这样既不便于看图，也不便于标注尺寸和其他要求，如图 2-5 所示。为了解决这个问题，使原来不可见的部分变为可见，国家标准中规定了剖视的方法，以此方法表示机件的内部结构。

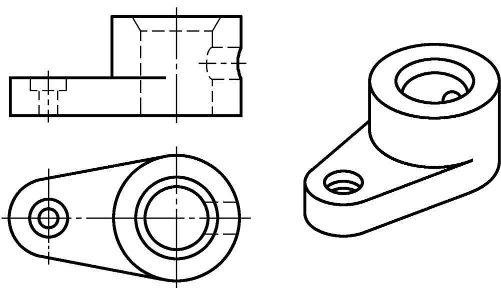


图 2-5 用虚线表示内部形体

图 2-6a 所示为剖视图的形成过程，假想用一个剖切面把机件切开，移去观察者与剖切面之间的部分，将留下的部分向投影面投射所得的图形称为剖视图，可简称为剖视。通常在剖切面与机件的接触部分（称剖面区

域）画上剖面符号。剖面符号因机件的材料不同而不同，表 2-1 列出了常用材料的剖面符号，金属材料的剖面符号也可以用作不注明材料的通用剖面符号。图 2-6b 所示的主视图即为剖视图。

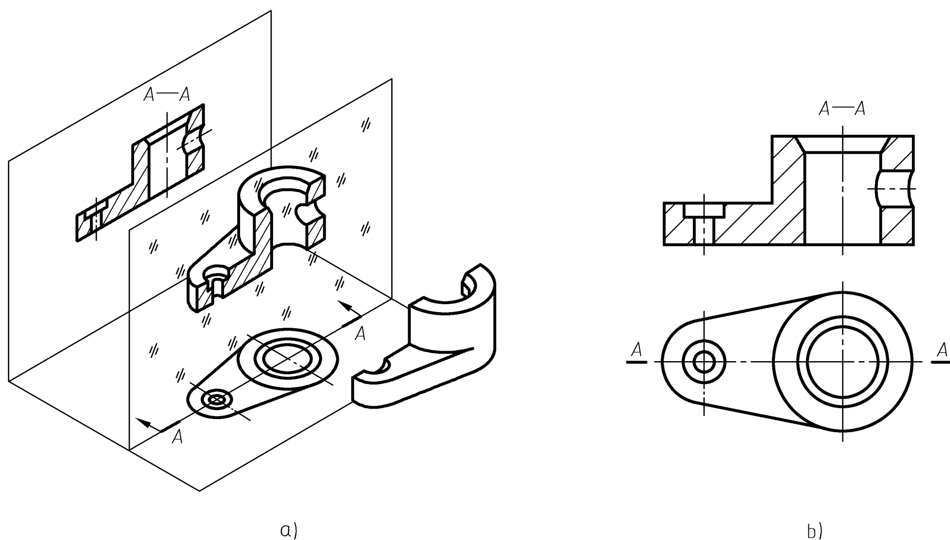


图 2-6　剖视的基本概念

2. 剖视图的画法

（1）确定剖切面的位置　剖切面包括剖切平面和剖切圆柱面。这里以单一剖切平面进行剖切来说明剖视图的画法。剖切平面一般应通过机件的对称平面或轴线，并要平行或垂直于某一投影面。如图 2-6a 所示，为了使主视图中的内孔变成可见并反映实际大小，剖切平面应平行于正面并通过对称中心线。

（2）画出剖切面后剩余部分的投影　在作图时要想清剖切后的情况：哪些部分移走了？哪些部分留下了？哪些部分被切了？被切部分的截面形状是什么样的？

若要将含细虚线的视图改成剖视图，则先将剖到的内形轮廓线和剖切面后可见的轮廓线画成粗实线，再去掉多余的外形线；若要由机件直接画成剖视图，则先画出在剖切面上的内孔形状和外形轮廓，再画出剖切面后的可见线。

（3）将剖面区域画上剖面符号　各种材料的剖面符号见表 2-1。金属材料（或不需在剖面区域中表示材料的类别时）的剖面线用与图形的主要轮廓线或对称中心线成 45°的相互平行的细实线画出（称通用剖面线），如图 2-7 所示。剖面线之间的距离视剖面区域的大小而定，通常取 2~4mm（图 2-8）。同一物体的各个剖面区域，其剖面线画法应一致。

表 2-1　各种材料的剖面符号（GB/T 4457.5—2013）

材　料	剖面符号	材　料	剖面符号
金属材料 （已有规定剖面符号者除外）		木质胶合板 （不分层数）	

（续）

材　料	剖面符号	材　料	剖面符号
线圈绕阻元件		基础周围的泥土	
转子、电枢、变压器和电抗器等的叠钢片		混凝土	
非金属材料（已有规定剖面符号者除外）		钢筋混凝土	
型砂、填砂、粉末冶金、砂轮、陶瓷刀片、硬质合金、刀片等		砖	
玻璃及供观察用的其他透明材料		格网（筛网、过滤网等）	
木材　纵断面		液体	
木材　横断面			

注：1. 剖面符号仅表示材料的类型，材料的名称和代号另行注明。
2. 叠钢片的剖面线方向，应与束装中叠钢片的方向一致。
3. 液面用细实线绘制。

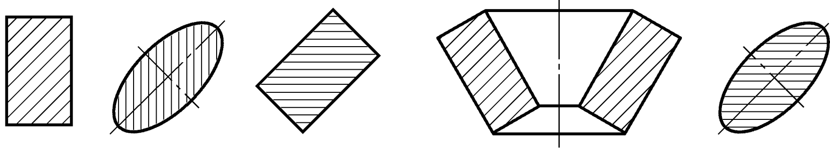


图 2-7　剖面线画法

当画出的剖面线与图形中的主要轮廓线或剖面区域的对称中心线平行时，可将剖面线画成与主要轮廓线或剖面区域的对称中心线成 30°或 60°的平行线，其倾斜方向仍与其他图形的剖面线一致（图 2-23）。

3. 剖视图的标注

为了便于看图，在画剖视图时，应将剖切位置、投射方向和剖视图名称标注在相应的视图上。标注的内容有下列三项（图 2-8）：

（1）剖切位置　在相应的视图上用剖切线及剖切符号表示剖切位置。剖切线是指示剖切

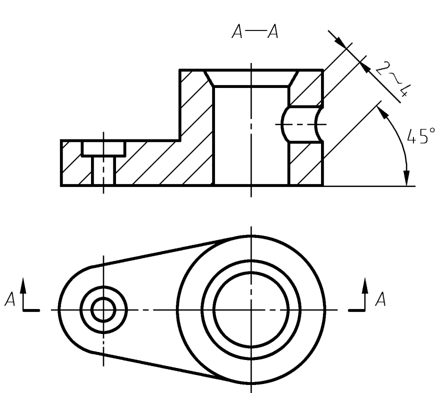


图 2-8　剖视图的标注和剖面线画法（一）

面位置的线，以细点画线表示（图 2-9a），也可以省略不画（图 2-9b）。剖切符号是指示剖切面起、止和转折位置的符号，用粗短画线表示（图 2-9a）。剖切符号尽量不要与图形的轮廓线相交。

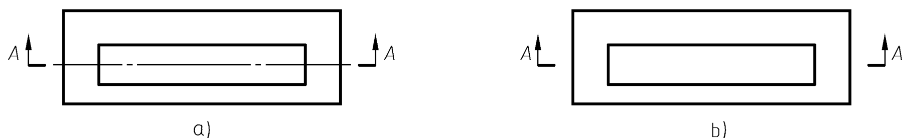


图 2-9　剖视图的标注和剖面线画法（二）

（2）投射方向　投射方向表示将机件剖切后的投射方向，用箭头表示，画在剖切符号的两端（图 2-9）。

（3）剖视图名称　一般应在剖视图上方注写剖视图名称“×—×”（“×”为大写的斜体拉丁字母），并在相应视图上剖切符号的附近注写相同的字母（图 2-8）。如果同一张图上同时有多个剖视图，则其名称应按字母顺序排列，不得重复。

在下列情况下，剖视图的标注内容可以简化或省略：

1）当剖视图按投影关系配置，中间又没有其他图形隔开时，可以省略箭头，如图 2-13 中的 *A*—*A* 剖视图。

2）当单一剖切平面通过机件的对称平面或基本对称面，且剖切后的剖视图按投影关系配置，中间又没有其他图形隔开时，可以省略标注，如图 2-11a 所示。

3）当单一剖切平面的局部剖视图的剖切位置明确时，不必标注，如图 2-15、图 2-16 所示。

4. 画剖视图应注意的问题

1）剖切平面一般应通过机件的对称面或轴线，并要平行或垂直于某一投影面。

2）剖视图是在作图时假想把机件切开而得到的，实际的机件并没有切去一部分，所以在一个视图上取剖视后，其他视图不受影响，仍按完整的机件画出，图 2-6b 所示的俯视图就是这样。

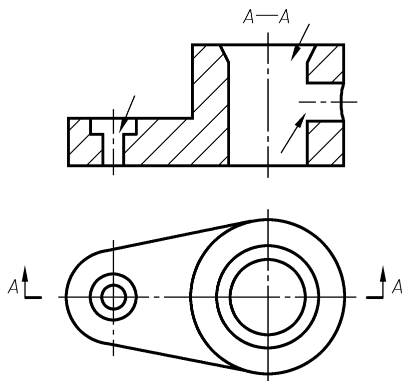


图 2-10　剖视图的错误画法

3）剖切平面后方的可见部分应全部画出，不能遗漏。例如，比较图 2-10 和图 2-6b 会发现，图 2-10 中漏画了台阶面的投影线、倒角交线及内孔相贯的相贯线。这种情形在初学时常常出现，务必注意防止。

4）对于剖视图中已经表达清楚的结构，其细虚线常省略不画。

二、剖视图的种类及其适用条件

国家标准规定，剖视图根据机件被剖切范围的大小可分为全剖视图、半剖视图和局部剖视图三种。

1. 全剖视图

用剖切面把机件完全剖开所得到的剖视图称为全剖视图。

全剖视图主要用于外形相对简单、内形复杂的不对称机件（图 2-11a）或外形简单的回转体机件（图 2-11b）。全剖视图的画法和标注同上节所述。

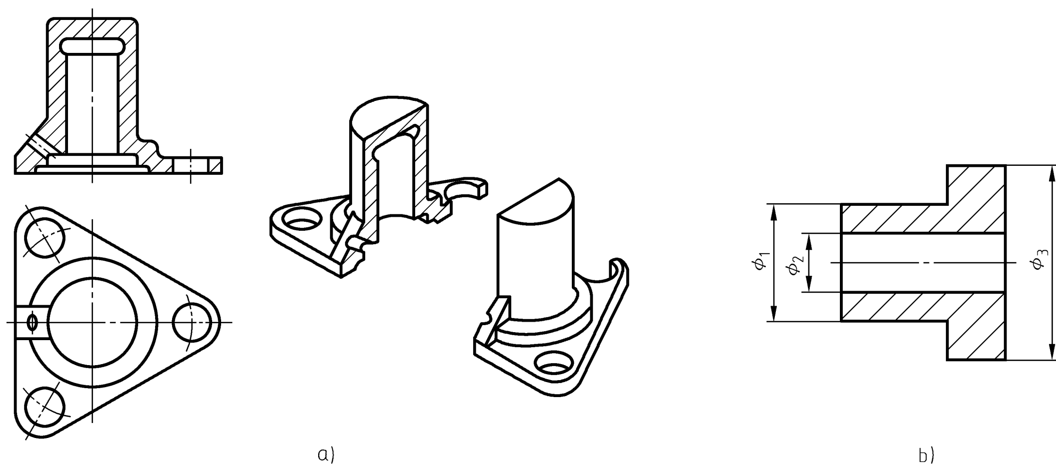


图 2-11　全剖视图

a）用全剖视图表示内形复杂的不对称机件　b）用全剖视图表示简单的对称机件

2. 半剖视图

当机件具有对称平面时，在垂直于对称平面的投影面上投射所得的图形，以对称中心线为界，一半画成剖视图，另一半画成视图，这样的图形称为半剖视图（图 2-12）。

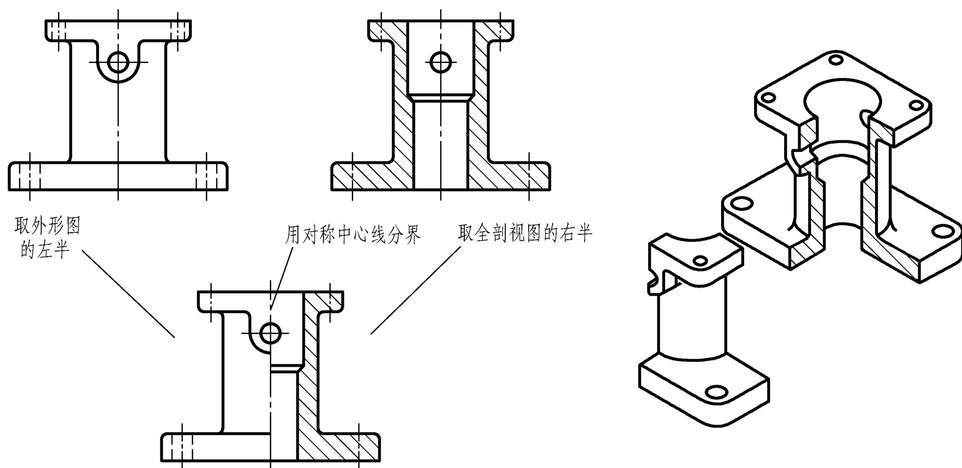


图 2-12　半剖视图的形成

半剖视图主要用于内、外形状都需要表示的对称机件（图 2-13）。当机件的形状基本对称，且其不对称部分已另有视图表达清楚时，也允许画成半剖视图（图 2-14）。由于半剖视图所表示的机件对称，所以在半个剖视图中已表示清楚的内形，其在半个视图中的细虚线不再画出，对孔等结构需用细点画线表示其中心线位置；而没表示清楚的内形需在另外半个视图中用细虚线表示出来，如图 2-13 所示底板上的孔结构。

半剖视图的标注规则与全剖视图相同。如图 2-13 所示，因为主视图所取剖视的剖切平

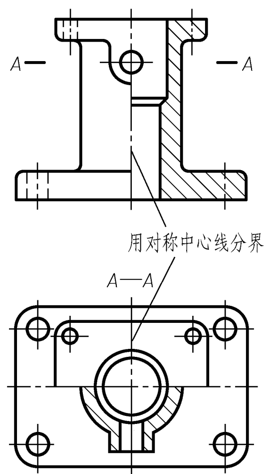


图 2-13　半剖视图

面与机件的前、后对称面重合，所以在图上可以不标注；而对于俯视图，所取剖视的剖切平面不是机件的对称面，所以在图上需标出剖切符号和剖视名称，但是箭头可以省略。

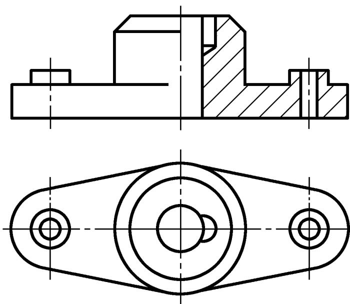


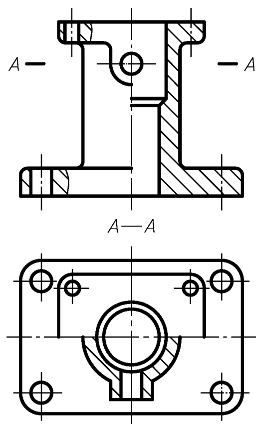
图 2-14　用半剖视图表示基本对称机件

3. 局部剖视图

用剖切面局部地剖开机件所得的剖视图称为局部剖视图（图 2-15、图 2-16）。局部剖视图以波浪线（图 2-15）或双折线（图 2-19）表示剖切范围。

局部剖视图不受图形是否对称的限制，在何处剖切和剖切范围多大都比较灵活，一般用于下列四种情况：

1）当机件只有局部内形需要表达，因而不必或不宜采用全剖视图。如图 2-16 所示的连杆，只有左、右两端有圆孔和小螺孔，而中间部分为实心杆，这种情况应采用局部剖视图。此外，当轴、手柄、连杆等实心零件上有小孔或槽需要表达时，也应采用局部剖视图（图 2-17）。



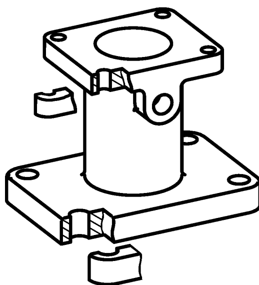


图 2-15　局部剖视图（一）

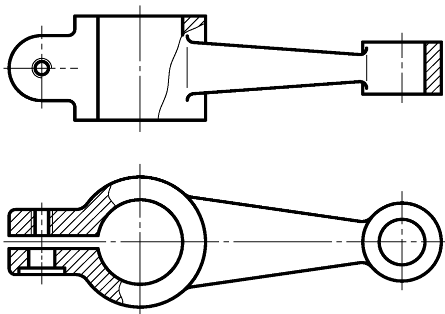


图 2-16　局部剖视图（二）

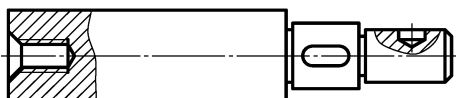


图 2-17　局部剖视图表示实心零件的孔和槽

2）当不对称机件的内、外形均需要表达，而它们的投影基本不重叠时，采用局部剖视图可以把机件的内、外形都表示清晰（图 2-18）。

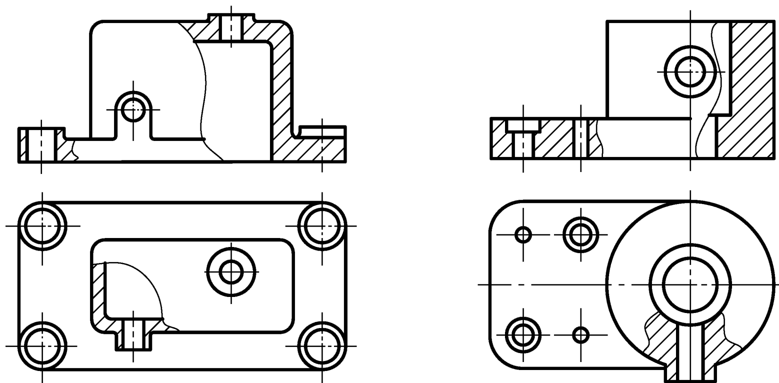


图 2-18　局部剖视图（三）

3）当对称机件的轮廓线与对称中心线重合时，不宜采用半剖视图，此时可采用局部剖视图（图 2-19）。

4）必要时，允许在剖视图中再进行一次简单的局部剖视，这时两者的剖面线应同方向、同间隔，但要相互错开（图 2-20）。

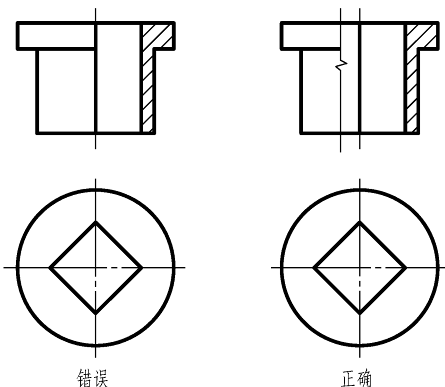


图 2-19　用局部剖视图代替半剖视图

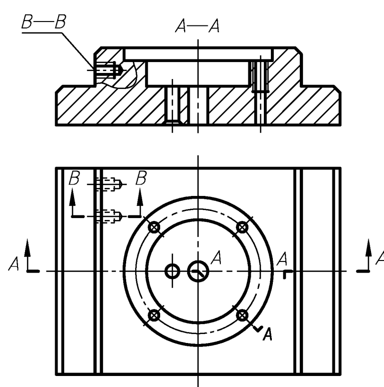


图 2-20　在剖视图上进行局部剖视

在画局部剖视图时应注意以下几点：

1）在同一剖视图中，局部剖视的数量不宜过多，否则会使图形过于零碎。

2）表示剖切范围的波浪线不应和图形上其他图线重合，也不应画在其他图线的延长线上（图 2-21）；如遇孔、槽，波浪线不能穿空而过，也不能超出视图的轮廓线（图 2-22）。

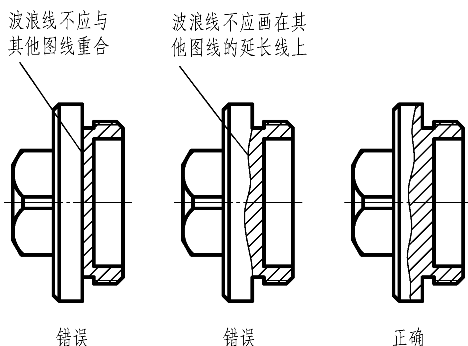


图 2-21　局部剖视图波浪线画法（一）

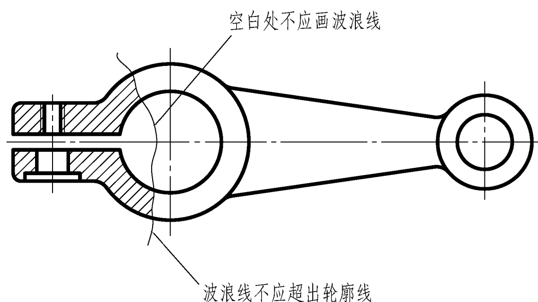


图 2-22　局部剖视图波浪线画法（二）

3）当使用双折线表示局部剖视范围时，双折线端头要超出轮廓线少许（图 2-19）。

4）当被剖结构为回转体时，允许以该结构的对称中心线作为局部剖视图与视图的分界线，如图 2-16 中的右侧结构。

局部剖视图的标注与全剖视图相同。当单一剖切平面位置明确时，不必标注，如图 2-15 ~ 图 2-19 所示。在剖视图中所作的局部剖视图，为清楚起见，需进行标注，如图 2-20 中的 *B—B*。

三、剖切面的种类

国家标准规定：根据机件的结构特点可选择单一剖切面（平面或圆柱面）、几个平行的剖切平面、几个相交的剖切面剖开机件画出剖视图。

1. 单一的剖切面

单一的剖切面可以是投影面平行面，前面所介绍的都是这种剖切面；也可以是投影面垂直面，此种剖法也称为斜剖。如图 2-23 所示，*B—B* 剖切面为水平面，*A—A* 剖切面为正垂面。

采用斜剖时，必须标出全剖切符号，并注明剖视图名称。斜剖视图最好按投影关系配置（图 2-23b），必要时可以平移到适当地方（图 2-23c），也允许将图形旋转（图2-23d）。

在特殊情况下，还可采用单一的圆柱面将机件剖开，这时所得的剖视图应以展开的方式绘制，并注明“×—×展开”（“×”为大写的斜体拉丁字母），如图 2-24 所示。

2. 几个平行的剖切平面

用几个相互平行的平面剖切机件作出全剖视图，由于这种剖切面形状如同阶梯状，因此这种剖法又称为阶梯剖。如图 2-25 所示，主视图是以两个平行平面剖切后作出的。

当只需要剖切绘制机件的部分结构时，应用细点画线将剖切符号相连，剖切面可位于机件实体之外。如图 2-26 所示，图中用了四个剖切平面，其中一个位于实体之外。

采用几个平行平面剖开机件时，要注意以下几点：

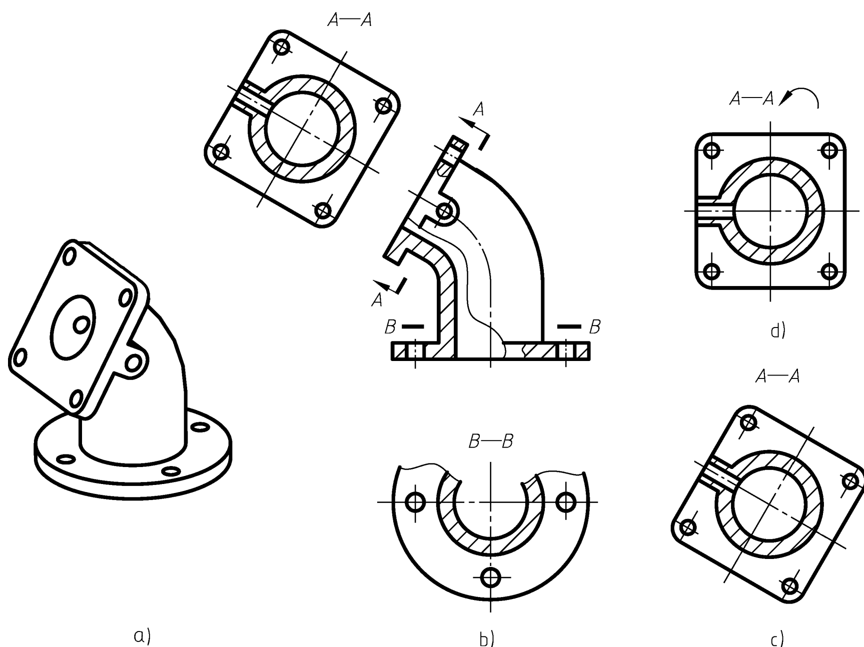


图 2-23　单一的平面剖切面

1）在剖视图上，不应画出两剖切平面转折处的投影（图 2-27a）。

2）在剖视图上，不应出现不完整要素（图 2-27b）。只有当两个要素在图形上具有公共对称轴线时，才允许各画一半，此时应以中心线或轴线为界，如图 2-26 所示的 *A*—*A* 剖视图上方两个孔剖开后的画法。

3）剖切位置线的转折处不应与图上的轮廓线重合（图 2-27c）。

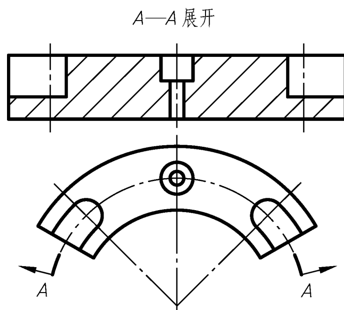


图 2-24　单一的圆柱面剖切面

采用几个平行平面剖开机件时，必须标出剖视图的名称、剖切符号，在剖切面的起、止和转折处用相同的字母标出，但当转折处位置有限又不致引起误解时，允许省略字母（图 2-26 中 *A*—*A* 剖视符号标注）。

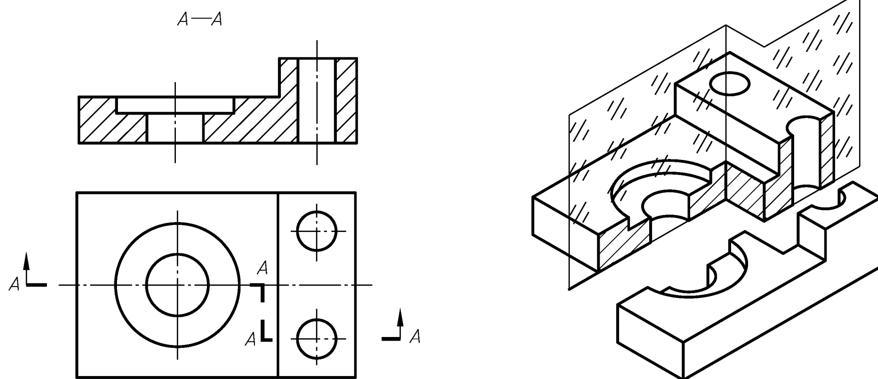


图 2-25　两个平行的剖切面

3. 几个相交的剖切面

几个相交的剖切面包括剖切平面相交（图 2-28）及剖切平面和剖切圆柱面相交（图 2-20 中 *A—A* 剖切面）两种情况。注意选择几个相交的剖切面剖切时，剖切面的交线应垂直于某一投影面。

图 2-28 中 *A—A* 剖视图是以两个剖切平面将机件剖切后作出的全剖视图。采用这种方法剖切时，被倾斜剖切平面剖开的结构及其有关部分应绕两个剖切平面的交线旋转到与选定的投影面平行后再进行投射，因而这种剖法又称为旋转剖。两个剖切平面的交线常和机件上孔的轴线相重合。

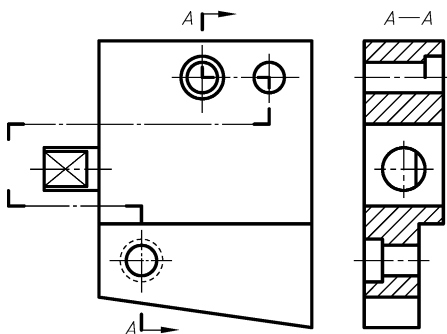


图 2-26　剖切部分结构的表示方法

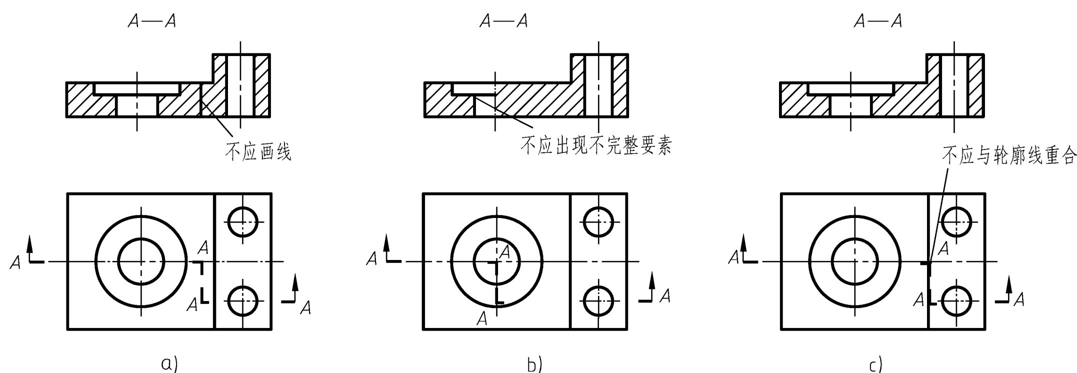


图 2-27　阶梯剖错误画法

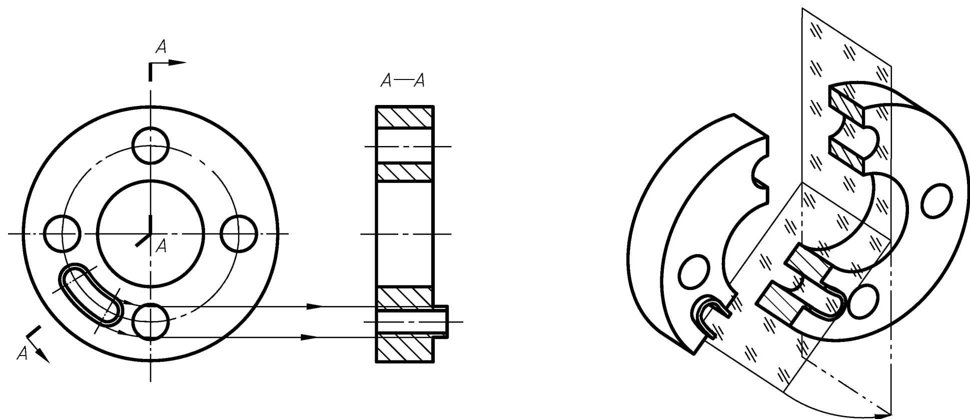


图 2-28　两个相交的剖切平面

采用几个相交平面剖开机件时，位于剖切平面后的其他结构一般仍按原来位置投射，如图 2-29 所示的小孔；当剖切后产生不完整要素时，应将该部分按不剖画出，如图 2-30 中位于中间的臂的画法。

用连续几个相交平面剖开机件时，此时剖视图应采用展开画法，并在剖视图上方标注“×—×展开”，如图 2-31 所示的剖视图。

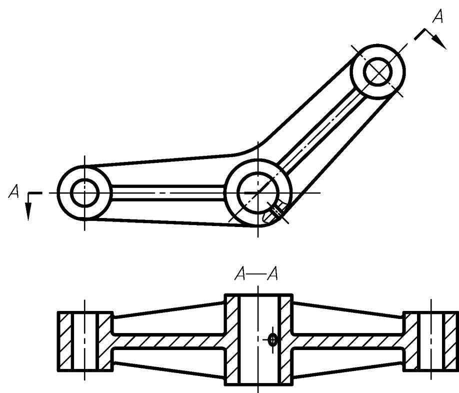


图 2-29　剖切面后面结构的处理

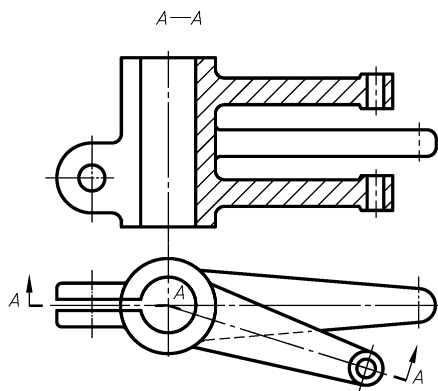
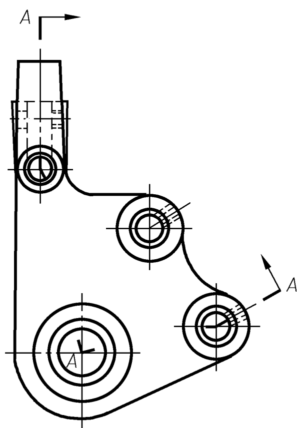


图 2-30　产生不完整结构的处理



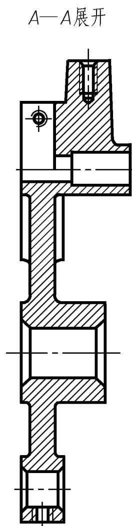


图 2-31　四个相交的剖切平面

当采用几个相交平面剖开机件时，必须标注出剖视图的名称和全剖切符号，并在剖切面的起、止和转折处用相同的字母标注，但当转折处位置有限又不致引起误解时，允许省略字母（图 2-29）。

第三节　断　面　图

断面图主要用来表达机件某部分断面的结构形状，如机件上的肋、轮辐，轴上的键槽和孔等。

一、断面图的概念

假想用剖切面把机件的某处切断，仅画出该剖切面与机件接触部分的图形，此图形称为断面图，简称断面（图 2-32）。通常在断面上画上剖面符号。

断面与剖视的区别在于：断面只画出剖切面与机件接触部分的断面形状（图 2-32a），而剖视则须把断面和断面一侧机件的可见轮廓线都画出来（图 2-32b）。

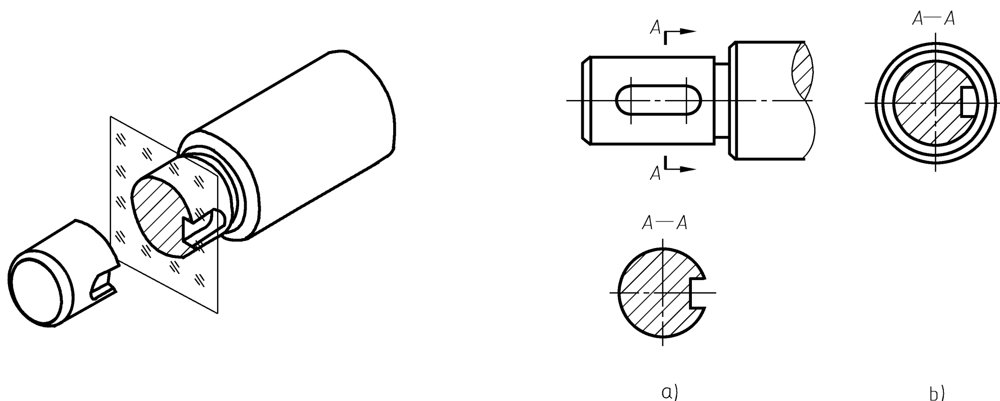


图 2-32　断面图和剖视图的区别

a）断面图　b）剖视图

二、断面图的种类和画法

根据断面在绘制时所配置的位置不同，断面可分为移出断面和重合断面两种。

1. 移出断面

画在视图之外的断面称为移出断面（图 2-32）。

移出断面的轮廓线用粗实线画出。移出断面配置在剖切线的延长线上（图 2-32）或其他适当的位置（图 2-33）。

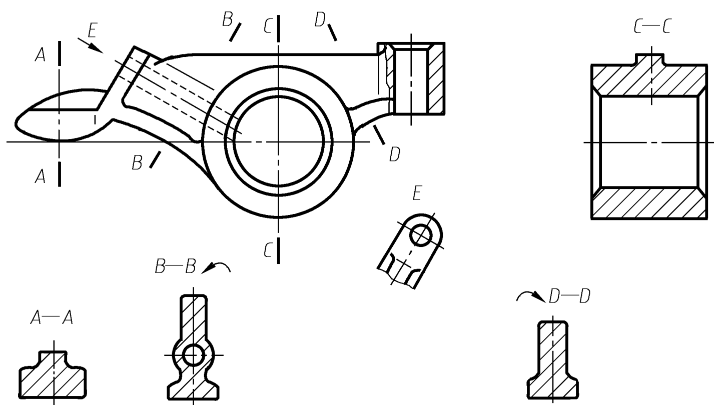


图 2-33　移出断面

在不致引起误解的情况下，允许将断面旋转后表示，其标注形式如图 2-33 所示的 *B*—*B* 和 *D*—*D*。

移出断面的图形对称时，也可以画在视图的中断处（图 2-63a）。

为了表示机件断面的真实形状，应使剖切平面垂直于机件的轮廓线。由两个或多个相交的平面剖切出来的移出断面，其中间部分应以波浪线断开（图 2-34）。

当剖切平面通过机件上的圆孔、圆坑的轴线或剖后出现两个分离的断面时，这些结构应按剖视图画出（图2-35 a、b、d）。

当剖切平面通过非圆孔，出现完全分离的断面时，这样的结构也应按剖视图绘制（图 2-36）。

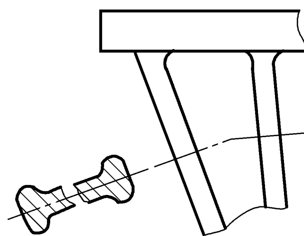


图 2-34　剖切面应垂直于轮廓线

2. 重合断面

在不影响图形清晰的条件下，画在视图之内的断面称为重合断面（图 2-37）。

重合断面的轮廓线用细实线绘制。当视图的轮廓线与重合断面的图形相交或重叠时，视图中的轮廓线仍应连续画出，不可间断（图 2-38）。

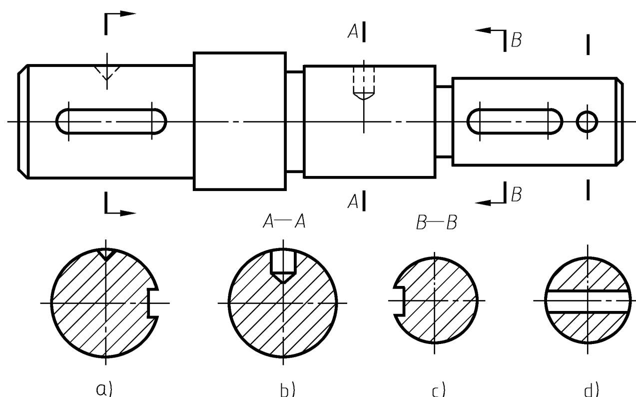


图 2-35　按剖视要求绘制的移出断面（一）

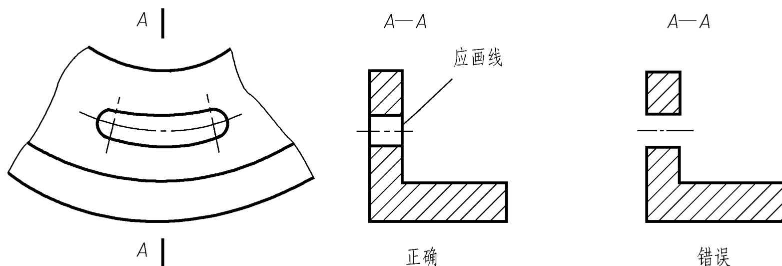


图 2-36　按剖视要求绘制的移出断面（二）

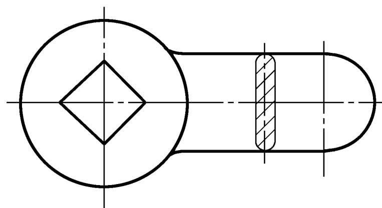


图 2-37　手柄的重合断面

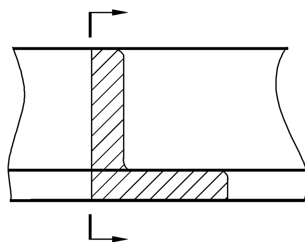


图 2-38　角钢的重合断面

三、断面图的标注

断面图的标注与剖视图的标注基本相同。一般应在断面图的上方标注名称“×—×”（“×”为大写的斜体拉丁字母），在相应视图上用剖切符号或剖切线表示剖切位置，用箭头表示投射方向，并注明相同的字母，如图 2-32 所示。

当以上的标注内容不注自明时，可部分或全部省略标注。

1）非配置在剖切线延长线上的对称移出断面（图 2-35b），以及按投影关系配置的移出断面（图 2-36），一般可省略箭头。

2）配置在剖切线延长线上的不对称移出断面（图 2-35a）可省略字母。

3）配置在剖切线延长线上的对称移出断面（图 2-35d）和配置在视图中断处的对称移出断面（图 2-63a），其标注完全省略。

4）对称的重合断面不必标注（图 2-37）；不对称的重合断面标注如图 2-38 所示，在不会引起误解的情况下，也可以省略标注。

第四节　简化画法和其他规定画法

对于机件的一些常见结构特点，国家标准《技术制图》和《机械制图》还列出了一些规定画法和简化画法。

简化画法的简化原则如下：

1）简化必须保证不致引起误解和不产生理解的多意性，在此前提下，应力求制图简便。

2）便于识读和绘制，注重简化的综合效果。

3）在考虑便于手工绘图及计算机绘图的同时，还要考虑缩微制图的要求。

本节主要介绍的规定画法和简化画法如下：

一、局部放大图

当机件部分结构的图形过小时，可采用局部放大图，即用大于原图形所采用的比例画出的图形（图 2-39）。

局部放大图可以画成视图、剖视图和断面图，它与被放大部分在原图中的表达方式无关。

绘制局部放大图时，应在原图中用细实线圈出被放大的部位；局部放大图的界线可用波浪线画出（图 2-39），也可用细实线圆圈出（图 2-40），并尽量画在被放大部位附近。在局部放大图上方标注所采用的比例。当机件上有几个被放大部分时，必须用罗马数字依次标明被放大的部位，并在局部放大图的上方标出相应的罗马数字及所采用的比例（图 2-39）。

同一机件上不同部位的局部放大图，当其图形相同或对称时，只需画出其中的一个，并在几个被放大的部位标注同一罗马数字（图 2-41）。

必要时可用几个视图表达同一个被放大部位的结构（图 2-42）。

在局部放大图表达完整的前提下，允许在原视图中简化被放大部位的图形（图 2-40）。

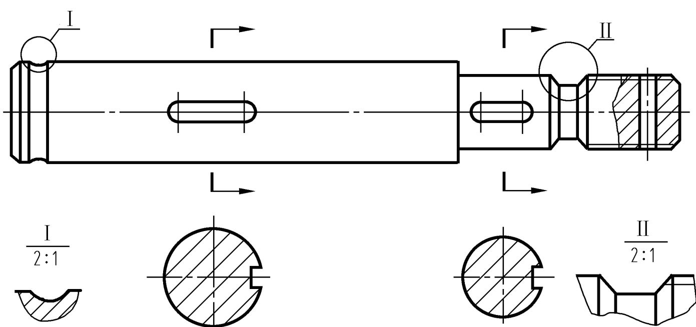


图 2-39 局部放大图（一）

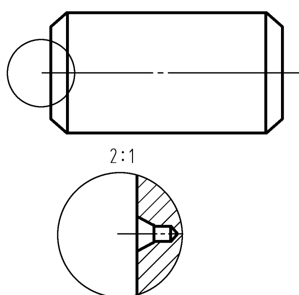


图 2-40 局部放大图（二）

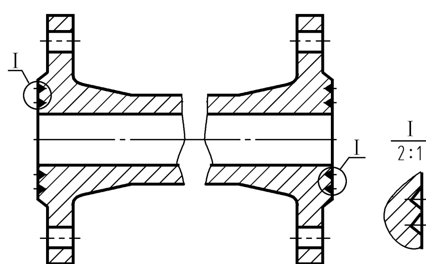


图 2-41 局部放大图（三）

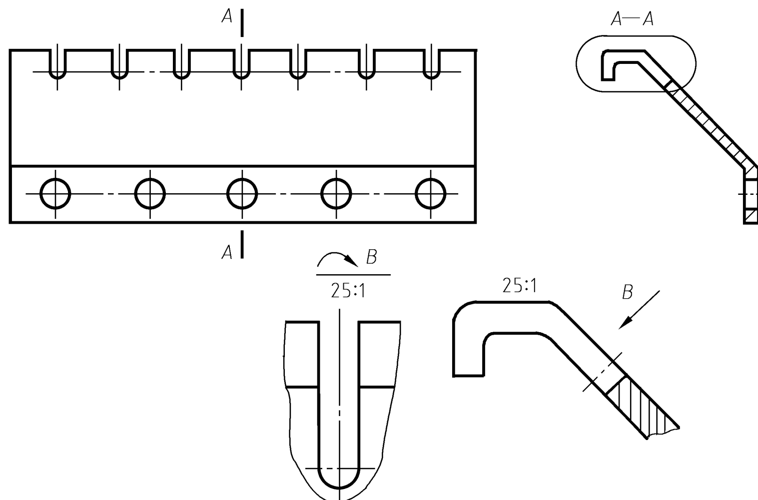


图 2-42 局部放大图（四）

二、肋、轮辐及薄壁剖视画法

对于机件的肋、轮辐及薄壁等，如按纵向剖切，则这些结构都不画剖面线，而应用粗实线将它与其邻接的部分分开；按其他方向剖切肋和轮辐时仍应画剖面线，如图 2-43、图2-44 所示。

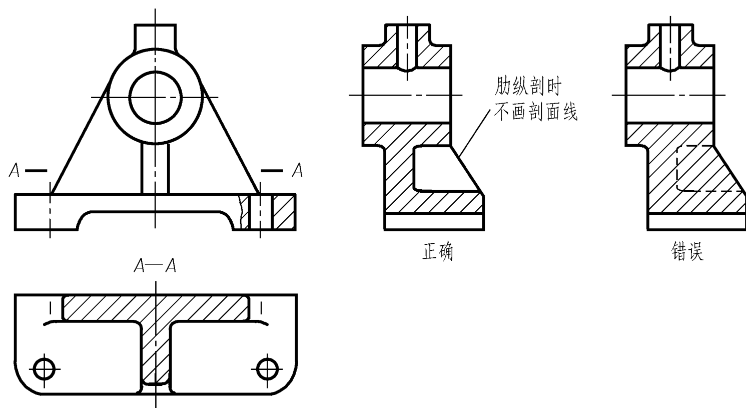


图 2-43　肋的剖切画法

三、较小细部结构画法

1）在圆柱上因加工小孔、键槽等出现的交线允许简化，但必须有一个视图已清楚表达该结构的形状，如图 2-45、图 2-46 所示。

2）机件上斜度和锥度较小的结构如在一个视图中已表达清楚，则其他视图中该结构可按小端画出，如图 2-47、图 2-48 所示。

3）机件上的较小结构如在一个视图中已表达清楚，则其他视图中该部分的投影可简化或省略，如图 2-49 所示。

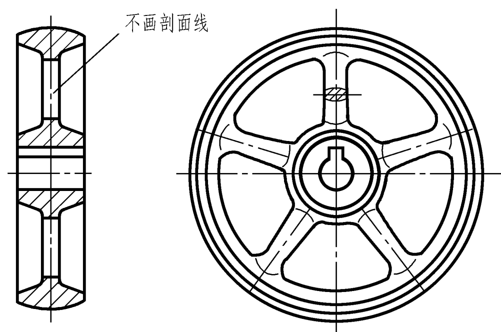


图 2-44　轮辐的剖切画法

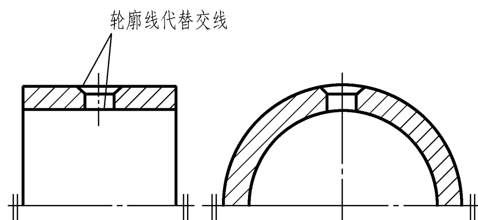


图 2-45　交线简化画法

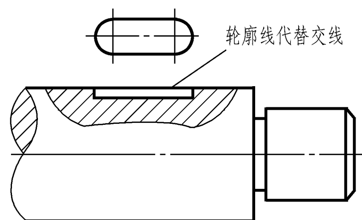


图 2-46　交线简化及对称结构局部视图

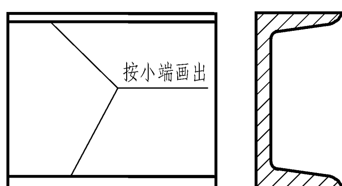


图 2-47　小斜度的简化画法

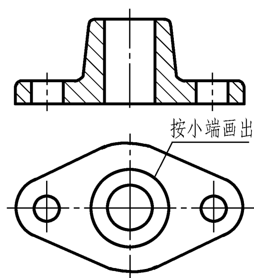


图 2-48　小锥度的简化画法

4）当回转体机件上的平面在图形中不能充分表达时，可用两条相交的细实线表示平面，如图 2-49 所示。

5）除确实需要表示的某些结构圆角外，其他圆角在零件图中均可不画，但必须注明尺寸或在技术要求中加以说明（图 2-50）。

6）在零件图中，可以用涂色代替狭小部位的剖面符号（见零件图部分图示）。

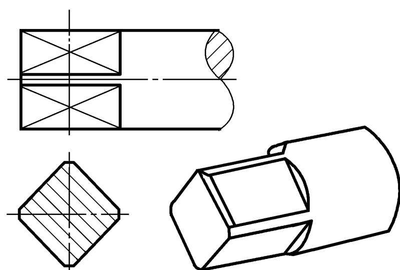


图 2-49　较小结构简化画法及平面表示法

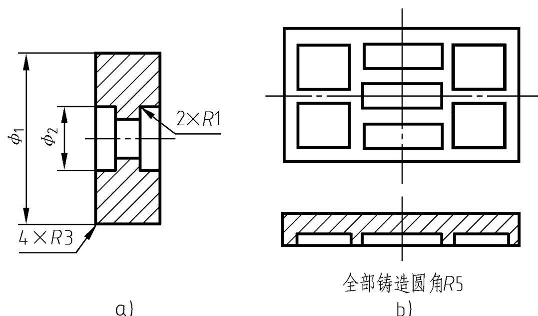


图 2-50　结构圆角的简化画法

四、对称结构画法

1）在不致引起误解的情况下，对于对称机件的视图可只画出一半或四分之一，并在对称中心线的两端画出两条与其垂直的平行细实线（图 2-51）。

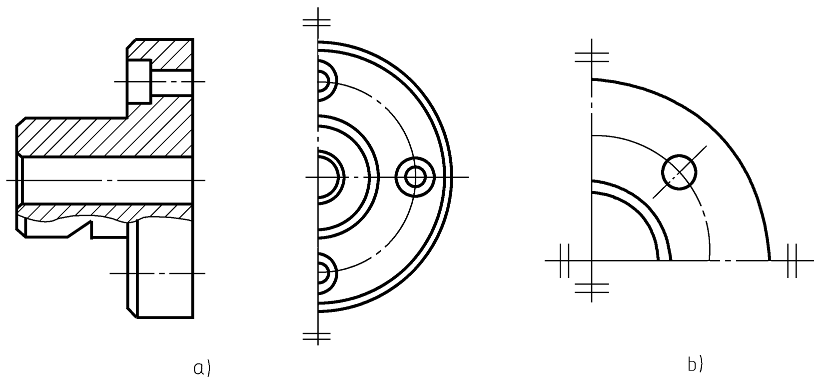


图 2-51　对称机件的画法

a）画半个视图　b）画四分之一个视图

2）当机件回转体上均匀分布的肋、轮辐、孔等结构不处于剖切平面上时，可将这些结构旋转到剖切平面上画出（图 2-52）。

3）圆盘形法兰和类似结构上按圆周均匀分布的孔，可按图 2-53 所示的方式表示。

4）对称结构的局部视图可简化，如图 2-46、图 2-54 所示的键槽局部视图。

五、假想画法

在需要表示位于剖切平面前的结构时，这些结构按假想投影的轮廓线绘制，以双点画线表示，如图 2-55 所示。

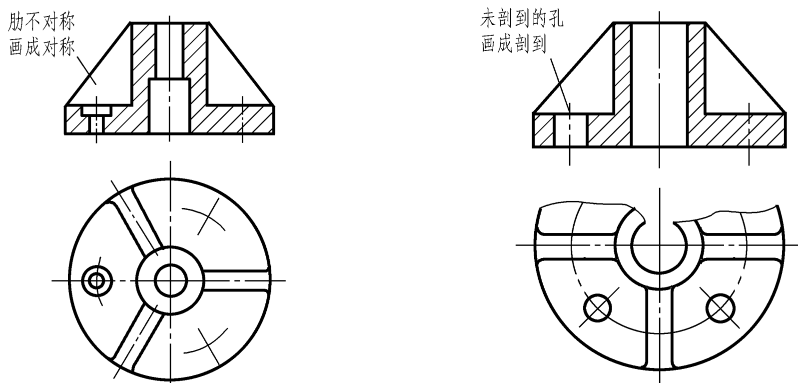


图 2-52 均匀分布的肋和孔的画法

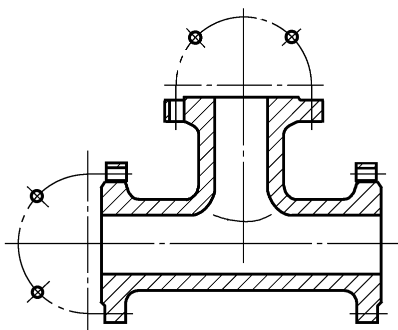


图 2-53 圆盘上均匀分布的孔的画法

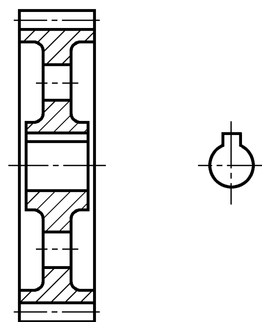


图 2-54 对称结构局部视图

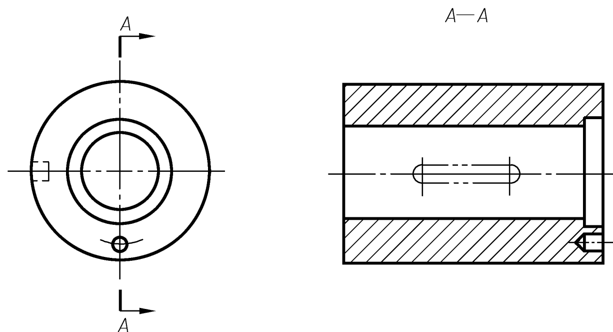


图 2-55 假想画法

六、省略剖面线的画法

在不致引起误解的情况下，剖面线可省略，如图 2-56 所示。

七、相同结构的画法

1）若干直径相同且成规律分布的孔（圆孔、螺孔、沉孔等），可以仅画出一个或几个，其余只需用细点画线或中心线加点表示其中心位置，在零件图中应注明孔的总数，如图2-57

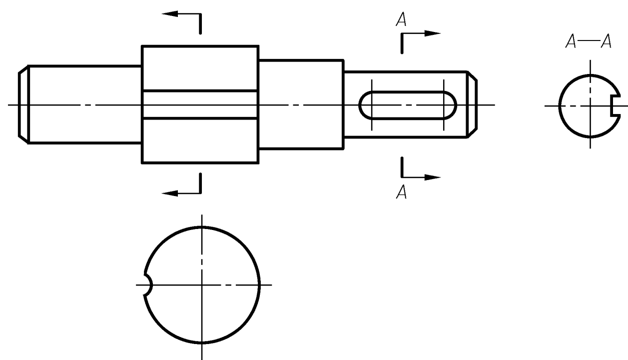


图 2-56　省略剖面线的画法

所示。

2）当机件具有若干相同的结构（如齿、槽等），并按一定规律分布时，可以只画出其中几个完整的结构，其余用细实线连接，但在零件图中必须注明该结构的总数，如图 2-58 所示。

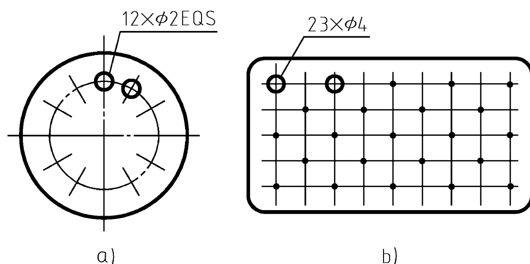


图 2-57　按规律分布的孔的画法

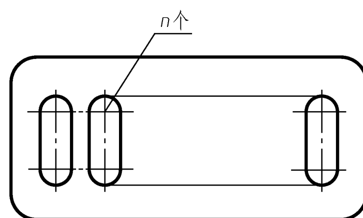


图 2-58　按规律分布的槽的画法

3）在剖视图中，类似牙嵌离合器的齿等相同结构，可按图 2-59 所示的画法表示。

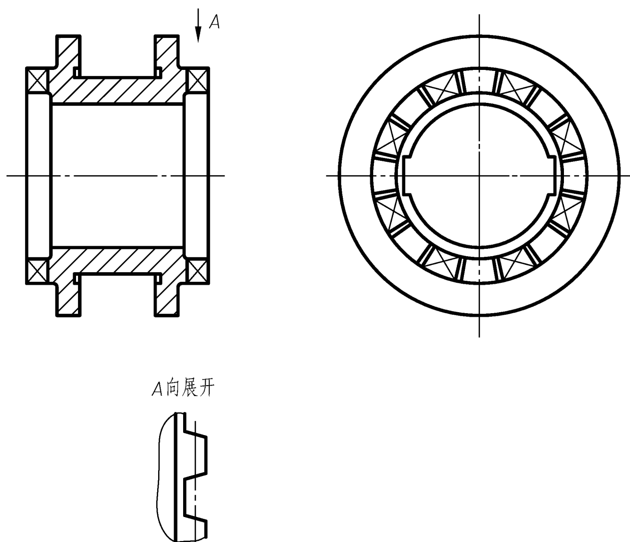


图 2-59　牙嵌离合器齿的画法

八、展开画法

1）机件上常有齿、槽等结构，如果表示不清或标注尺寸困难，可采用展开画法，如图 2-59 中的 *A* 向展开。

2）为表达清楚某些钣金件，当零件上某些部分需要画出真实形状时，可将其展开表示。图 2-60 所示是在一个视图上用双点画线画出展开部分的形状；图 2-61 所示是将一个视图直接画出展开后的形状，并用细实线画出弯折处。

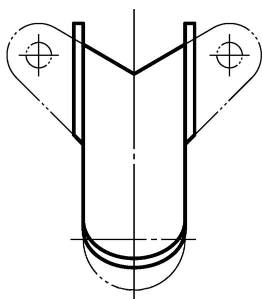


图 2-60　展开画法（一）

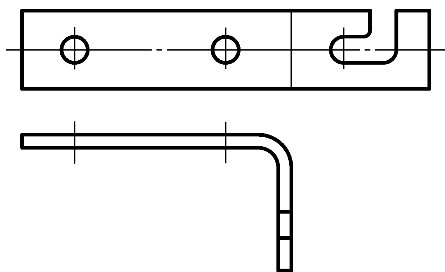


图 2-61　展开画法（二）

九、断开画法

1）当只需表达机件的某一部分结构（如支架等）时，可以只绘制这一部分并以波浪线或双折线为界（图 2-62）。

2）较长机件（如轴、杆件、型材等）沿长度方向的形状一致或按一定规律变化时，可断开后缩短绘制，但必须按原来的实际长度标注尺寸（图 2-63），表示断开的分界线用波浪线或细双折线画出。



图 2-62　断开画法（一）

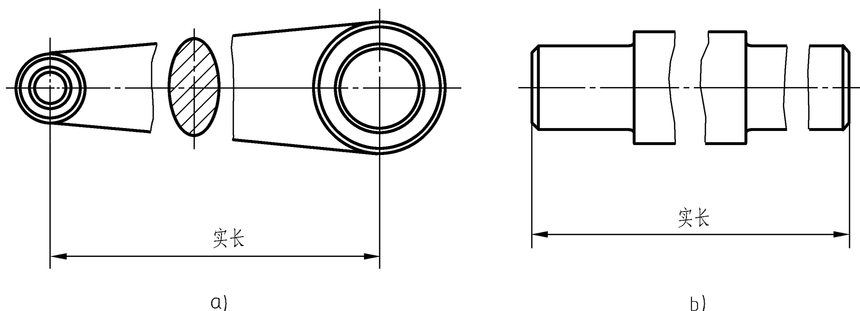


图 2-63　断开画法（二）

十、网状物及滚花表面的画法

对于网状物或滚花表面，一般可以在轮廓线附近用粗实线局部示意地画出这些结构，并加以标注或在技术要求中注明这些结构的具体要求，如图 2-64、图 2-65 所示。

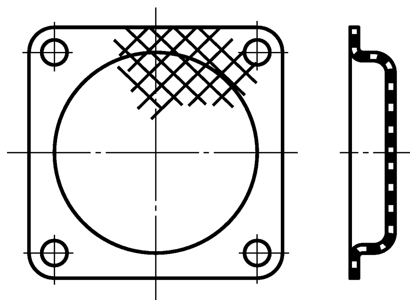


图 2-64 网状物画法

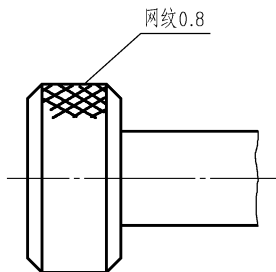


图 2-65 滚花画法

十一、与投影面倾斜角度较小的圆或圆弧的画法

与投影面倾斜角度小于或等于 30°的圆或圆弧，其投影可以用圆或圆弧代替真实投影的椭圆或椭圆弧，如图 2-66 所示。

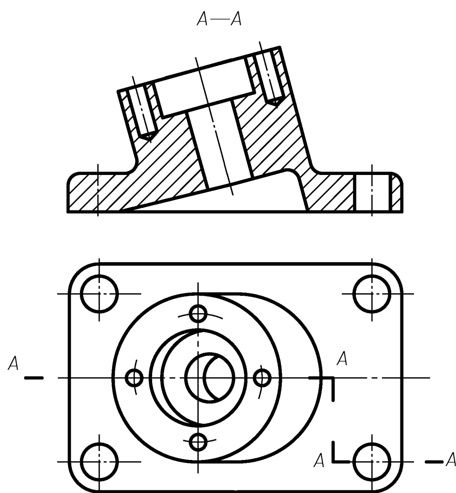


图 2-66 小斜面上圆的简化画法

第五节 第三角投影法简介（GB/T 14692—2008）

世界各国的工程图样有第一角投影和第三角投影两种体系。我国国家标准规定采用第一角投影，而美国、日本等国则采用第三角投影。为了便于国际交流，现对第三角投影法进行介绍。

两个互相垂直的投影面 V 面和 H 面把空间分成四个部分，每个部分称为一个分角，如图 2-67 所示。

把物体放在第一分角，并按观察者—物体—投影面的相互位置关系进行投射，称为第一角投影法。

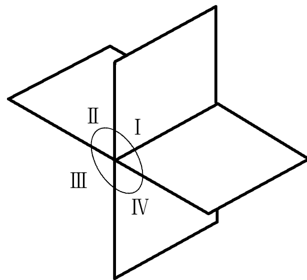


图 2-67 四个分角

将物体放在第三分角，并按观察者—投影面—物体这样的位置关系进行投射，称为第三角投影法。此时应将投影面视为透明面，如图 2-68 所示。

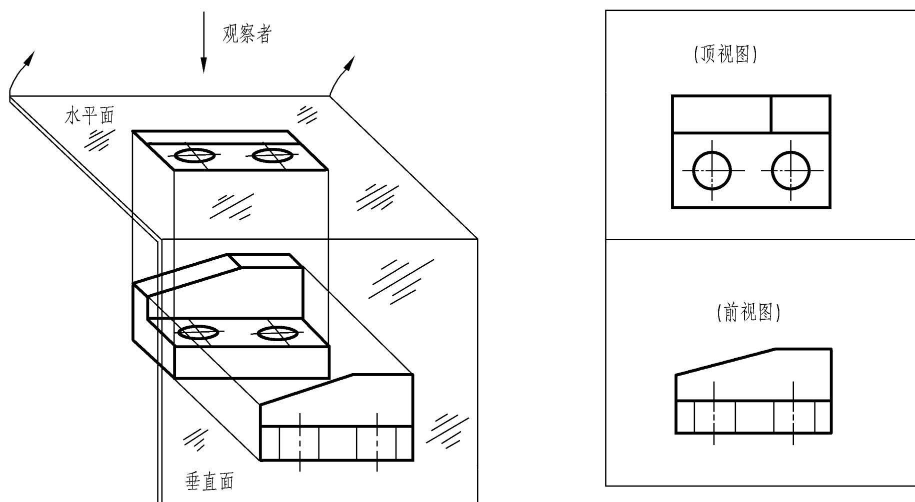


图 2-68　第三角投影的形成及画法

第三角投影法与第一角投影法的不同之处在于：

1）视图名称和配置不同。

2）各视图所反映的上、下、左、右、前、后方位关系不同，除后视图外，其他几个视图靠近前视图的一面表示物体的前面，而远离前视图的一面表示物体的后面，这一点恰恰与第一角投影相反，如图 2-69、图 2-70 所示。

为了识别第三角投影，国际标准化组织（ISO）规定了第三角投影的识别符号，如图 2-71所示。图 2-72 所示为第一角投影的识别符号。

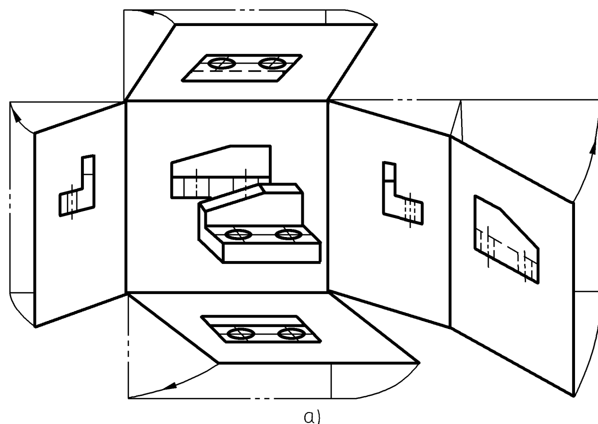


图 2-69　投影的展开

a）第一角投影

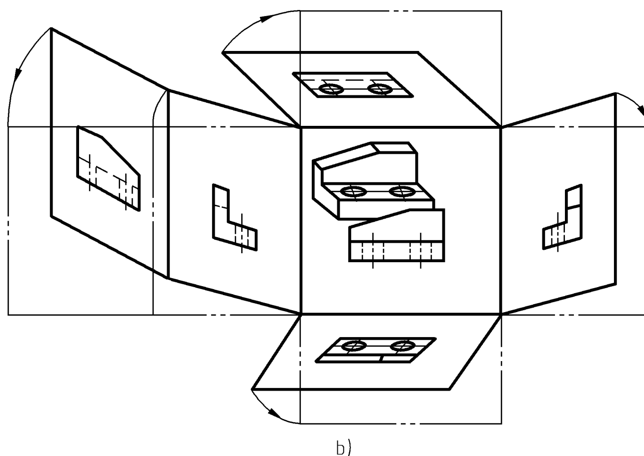
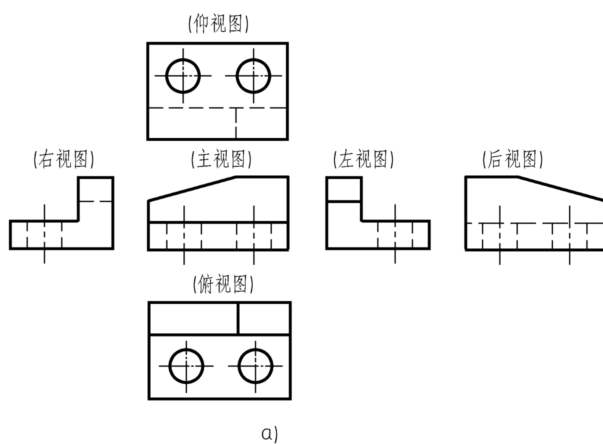
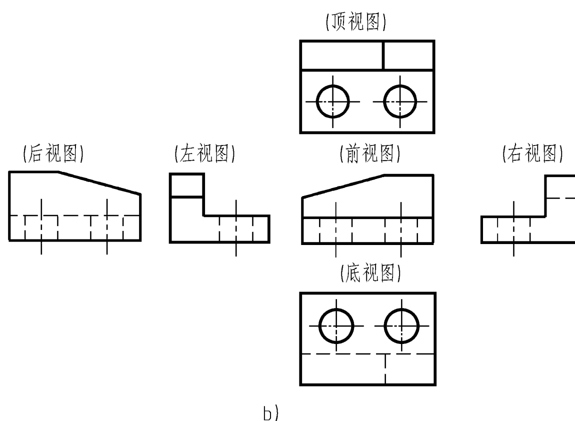

b)

图 2-69　投影的展开（续）

b）第三角投影



a)



b)

图 2-70　第一角投影法与第三角投影法的视图配置比较

a）第一角投影法　b）第三角投影法

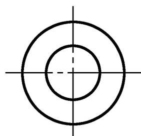
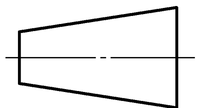



图 2-71　第三角投影的识别符号

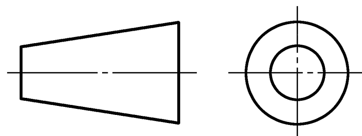
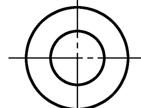



图 2-72　第一角投影的识别符号

思　考　题

1. 视图有几种？每一种视图的画法、标注和配置都有哪些要求？
2. 剖视图有几种？每一种剖视图的适用条件是什么？它们在画法和标注上各有什么要求？
3. 剖切面的种类有哪些？其适用条件是什么？其画法和标注要求都有什么特点？
4. 断面图与剖视图有何区别？移出断面的几种特殊画法所提出的要求是什么？
5. 局部放大图在画法上有什么要求？
6. 对于肋、轮辐等薄壁结构在用剖视表达时，在画法上有哪些特殊要求？



第三章

标准件和常用件

螺栓、螺钉、螺母等连接件以及键、销、滚动轴承等零件，在机器设备的装配和安装过程中被大量使用。为了便于生产、使用和简化设计，对于这些面广量大的零件的形式、结构要素及规格尺寸，国家标准都做了明确的规定，可从有关的国家标准中查出来。这些全部符合国家标准规定的零件称为标准件。

标准件都有规定的名称和标记代号，使用者可根据使用条件来选定种类、规格，并在注写出标记代号后，按照代号进行购买，所以在设计中不需绘制标准件的零件图。在装配图中需要绘制标准件时，可根据所确定的规格型号及代号，从相应的国家标准中查得其视图和全部尺寸。

齿轮、弹簧是机器或部件中的常用件，这些常用件及机器零件上的螺纹，结构较复杂，有重复出现的类型相同的结构要素，这些结构的形式及尺寸在有关国家标准中也有相应的规定。

为了简化绘图，国家标准《机械制图》对这些常用件以及零件上的螺纹都有规定画法。

本章主要介绍螺纹、螺纹紧固件、键、销、滚动轴承、齿轮和弹簧的基本知识、规定画法、代号（参数）和标记等。

第一节　螺纹和螺纹连接

一、螺纹的基本知识

1. 螺纹的形成

螺纹是按螺旋线的原理形成的。假想有一个平面图形（如三角形、梯形等）沿着圆柱或圆锥体表面做螺旋线运动，同时保持平面图形与它们的轴线在同一平面上，这个平面图形的运动轨迹便形成了螺纹。

在外圆柱（或圆锥）面上形成的螺纹称为外螺纹，在内圆柱（或圆锥）面上形成的螺纹称为内螺纹。

图 3-1 所示为在车床上加工螺纹的方法，工件绕自身轴线等速旋转，同时车刀沿工件轴向做等速直线运动，这时车刀在工件表面上可加工出螺纹。

直径较小的螺纹是用板牙和丝锥进行加工的，如图 3-2 所示。

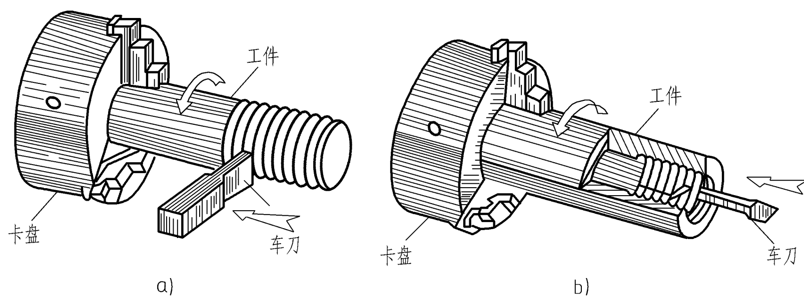


图 3-1　车削螺纹

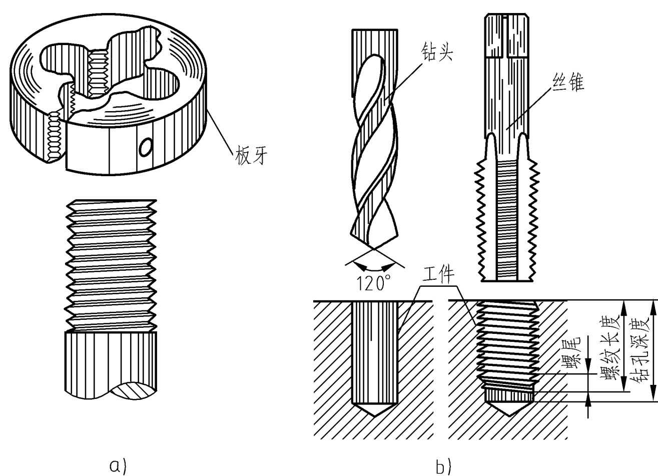


图 3-2　用板牙和丝锥加工螺纹

2. 螺纹的结构要素

螺纹的结构要素主要是指牙型、直径、螺距和导程、线数、旋向，旋合的内、外螺纹，这五个要素必须相同，从而实现零件间的连接或传动。

（1）牙型　牙型是指在通过螺纹轴线的断面上螺纹的轮廓形状。常见的螺纹牙型有三角形、梯形和矩形等。不同的螺纹牙型有不同的用途。常用的标准螺纹见表 3-1。

（2）直径

1）螺纹大径 d（外螺纹）、D（内螺纹）。螺纹大径是指与外螺纹牙顶或内螺纹牙底相切的假想圆柱面的直径。螺纹的公称直径是代表螺纹尺寸的直径。对于圆柱形普通螺纹，其公称直径是指螺纹大径的基本尺寸。

2）螺纹小径 d_1（外螺纹）、D_1（内螺纹）。螺纹小径是指与外螺纹的牙底或内螺纹牙顶相切的假想圆柱面的直径。

3）螺纹中径 d_2（外螺纹）、D_2（内螺纹）。螺纹中径是指在大径与小径之间其素线上牙型的宽度和槽宽相等的假想圆柱面的直径。

螺纹的直径如图 3-3 所示。

表 3-1 常用标准螺纹

螺纹种类及牙型符号	牙 型	功 用	说 明
普通螺纹 M	60°	最常用的连接螺纹,一般连接用粗牙普通螺纹	螺纹大径相同时,细牙螺纹的螺距和牙型的高度比粗牙的小,用于细小精密零件或薄壁零件上
梯形螺纹 Tr	30°	用于传动,各种机床上的丝杠多采用这种螺纹	用于双向动力的传递
锯齿形螺纹 B	3° 30°	用于螺旋压力机的传动丝杠	只能传递单向动力
55°非密封管螺纹	55°	常用于电线管等不需要密封的管路系统中的连接	该螺纹如加密封结构后,密封性能好,可用于高压的管路系统
55°密封管螺纹 Rc Rp R_1 R_2	55°	常用于水管、油管、煤气管等薄壁管子,是一种螺纹深度较浅的特殊细牙螺纹,仅用于管子的连接	Rc—圆锥内螺纹; Rp—圆柱内螺纹; R_1—与圆柱内螺纹相配合的圆锥外螺纹; R_2—与圆锥内螺纹相配合的圆锥外螺纹

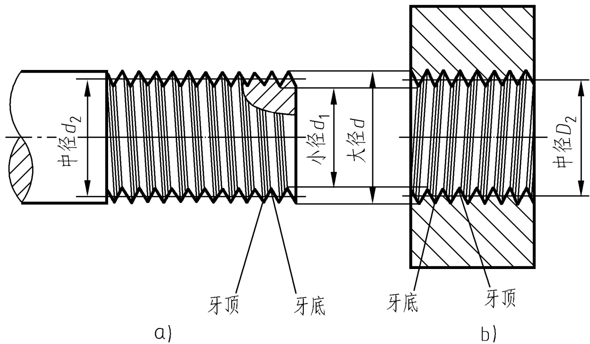


图 3-3 螺纹的直径

（3）线数 在同一圆柱（或圆锥）面上车制螺纹的条数，称为螺纹的线数，用 n 表示。螺纹有单线和多线之分：沿一条螺旋线形成的螺纹称为单线螺纹，如图 3-4a 所示；沿两条或两条以上螺旋线形成的螺纹称为多线螺纹，如图 3-4b 所示。

（4）螺距和导程 螺纹相邻两牙在中径线上对应两点间的轴向距离称为螺距，以 P 表示。同一条螺旋线上相邻两牙在中径线上对应两点间的轴向距离称为导程，用 P_h 表示。单

线螺纹的螺距等于导程，即 $P=P_h$，如图 3-4a 所示；多线螺纹的导程等于线数乘以螺距，即 $P_h=nP$，如图 3-4b 所示。

（5）旋向　螺纹有右旋和左旋之分。按顺时针方向旋进的螺纹称为右旋螺纹，按逆时针方向旋进的螺纹称为左旋螺纹，如图 3-5 所示。常用的螺纹是右旋螺纹。

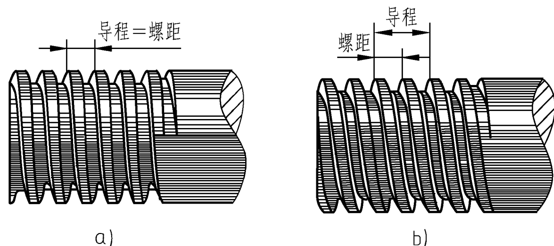


图 3-4　螺纹线数、导程和螺距

a）单线螺纹　b）双线螺纹

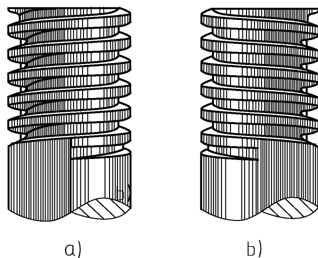


图 3-5　螺纹的旋向

a）右旋螺纹　b）左旋螺纹

3. 螺纹的种类

（1）按标准化程度分类　在螺纹要素中，牙型、公称直径和螺距是决定螺纹的最基本要素，通常称为螺纹三要素。螺纹按其三要素是否符合国家标准，可分为以下三种。

1）标准螺纹。标准螺纹是指牙型、公称直径和螺距均符合标准的螺纹，如普通螺纹、梯形螺纹、锯齿形螺纹、管螺纹等都是标准螺纹。

2）特殊螺纹。特殊螺纹是指牙型符合标准，公称直径或螺距不符合标准的螺纹。

3）非标准螺纹。非标准螺纹是指牙型不符合标准的螺纹，如矩形螺纹为非标准螺纹。

（2）按用途分类　螺纹按用途可分为连接螺纹和传动螺纹。

1）连接螺纹。连接螺纹是指用于连接的螺纹。常用的有四种标准螺纹，即粗牙普通螺纹、细牙普通螺纹、管螺纹和锥管螺纹。

2）传动螺纹。传动螺纹是指用于传递运动和动力的螺纹。常用的有梯形螺纹、锯齿形螺纹和矩形螺纹。

4. 螺纹基本尺寸

常用的几种标准螺纹的基本尺寸如下：

（1）普通螺纹　普通螺纹的公称直径是指螺纹大径 D 或 d。公称直径与螺距可查附表 A-1。同一公称直径的普通螺纹，其螺距有粗牙（一种）和细牙（一种或多种）之分。

（2）梯形螺纹　梯形螺纹的公称直径是指外螺纹的大径 d，而不是内螺纹的大径 D_4。梯形螺纹的基本尺寸见附表 A-2。

（3）管螺纹　管螺纹包括 55°非密封管螺纹和 55°密封管螺纹两种。非密封管螺纹是指螺纹副不具有密封性的管螺纹；密封管螺纹，其螺纹副本身具有密封性，包括圆锥内螺纹与圆锥外螺纹和圆柱内螺纹与圆锥外螺纹两种连接形式。其公称直径是指刻有外螺纹的管子孔径的近似值，而不是螺纹的大径 D 或 d。公称直径（管子孔径）用 in（1in＝25.4mm）而不用 mm 表示。

55°非密封管螺纹的基本尺寸见附表 A-3。

55°密封管螺纹的基本尺寸见附表 A-4。

圆锥管螺纹的基面是指垂直于螺纹的轴线，具有基准直径的平面。对于内螺纹，其基面是指大端平面；对于外螺纹，其基面是指到小端的距离等于基准长度 L_1 的平面，如图 3-6 所示。

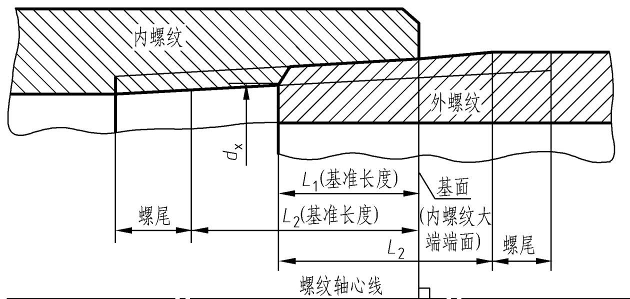


图 3-6　圆锥管螺纹的基面

二、螺纹的规定画法

螺纹的真实投影比较复杂，为了简化作图，GB/T 4459. 1—1995 对螺纹的画法做了统一规定。

1. 内、外螺纹的规定画法

（1）外螺纹的画法　外螺纹的牙顶（大径）用粗实线绘制，牙底（小径）用细实线绘制，小径通常画成大径的 85%；在平行于螺纹轴线的投影面的视图即螺纹的投影为非圆的视图中，螺纹终止线用粗实线绘制，表示牙底的细实线应画入倒角内。在垂直于螺纹轴线的投影面的视图即螺纹的投影为圆的视图中，表示牙底的细实线圆只画约 3/4 圈，倒圆角不画，如图 3-7a、b 所示。

（2）内螺纹的画法　在投影为非圆的视图中，内螺纹一般采用剖视的画法，其牙顶（小径）用粗实线绘制，牙底（大径）用细实线绘制，螺纹终止线用粗实线绘制，如图 3-7c 所示。当不剖时，一般大径与小径的不可见投影均可不画出，必要时可全部画成虚线。在投影为圆的视图中，表示牙底的细实线圆只画约 3/4 圈，倒角的投影圆不画，如图 3-7d 所示。

（3）其他相关规定画法

1）螺纹的中径线不画。

2）螺纹的收尾一般也不画出。

3）当外螺纹被剖开时，螺纹终止线只在牙顶与牙底间画出一小段粗实线，如图 3-7b 所示。

4）内、外螺纹在剖视图中，剖面线必须画到表示牙顶的粗实线处，如图 3-7b、c 所示。

5）螺纹孔与螺纹孔、螺纹孔与光孔相交时，只在牙顶处画一条相贯线，如图 3-8 所示。

6）圆锥形螺纹的画法如图 3-9 所示，在垂直于螺纹轴线的投影面的视图即投影为圆的视图中，只需画出可见端或近端的一个约 3/4 圈细实线圆。

7）零件上只有部分螺纹时，在垂直于螺纹轴线的视图中，表示螺纹牙底的细实线应空出约 1/4 圈，如图 3-10 所示。

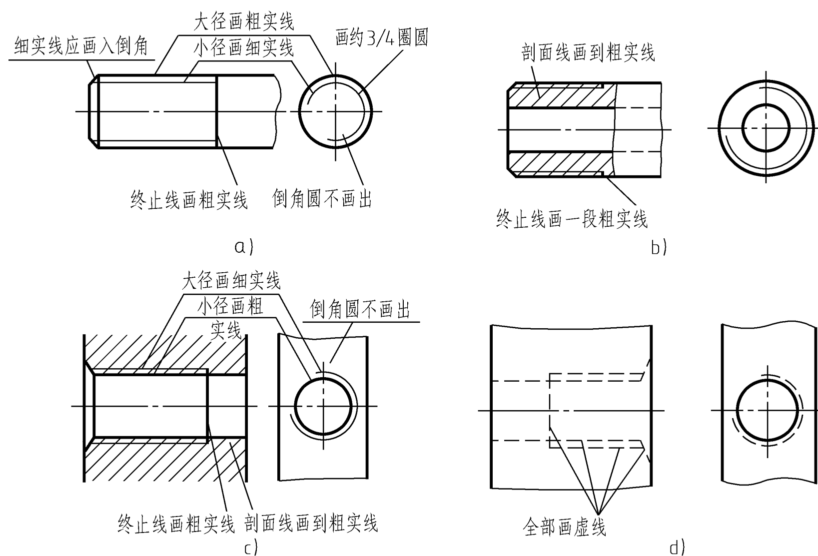


图 3-7　单个螺纹的规定画法

a）外螺纹画法　b）外螺纹剖开画法　c）内螺纹剖开画法　d）内螺纹不剖开画法

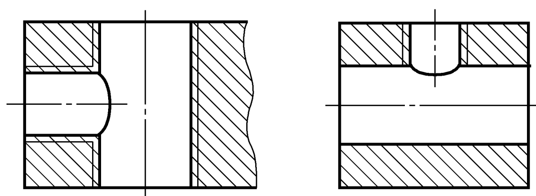


图 3-8　螺纹孔相贯线画法

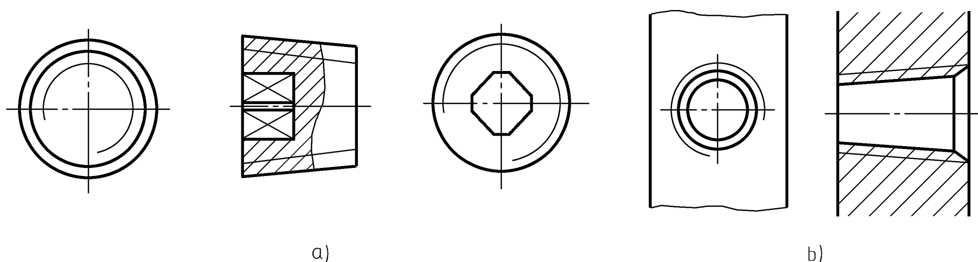


图 3-9　圆锥形螺纹的画法

a）外螺纹画法　b）内螺纹画法

8）螺纹牙型符合国家标准时，一般不需要画出牙型；当需要画出时，可按图 3-11 所示的方法绘制。

2. 螺纹连接（旋合）的规定画法

只有螺纹要素全部相同的内、外螺纹才能旋合在一起。内、外螺纹的连接常用剖视图表示。

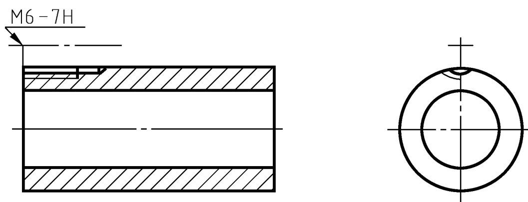


图 3-10　部分螺纹的画法

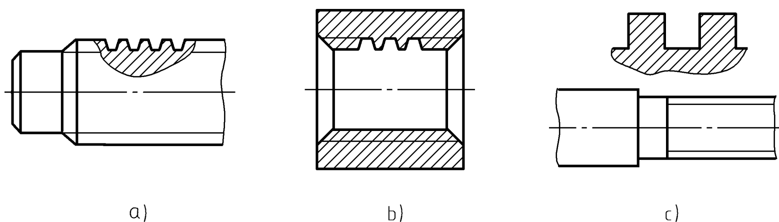


图 3-11　螺纹牙型的表示方法

1）在内、外螺纹旋合的剖视图中，旋合部分按外螺纹绘制，非旋合部分按各自的规定画法绘制，如图 3-12 所示。注意：表示内、外螺纹大、小径的粗实线和细实线必须分别对齐，与外螺纹倒角的大小无关。

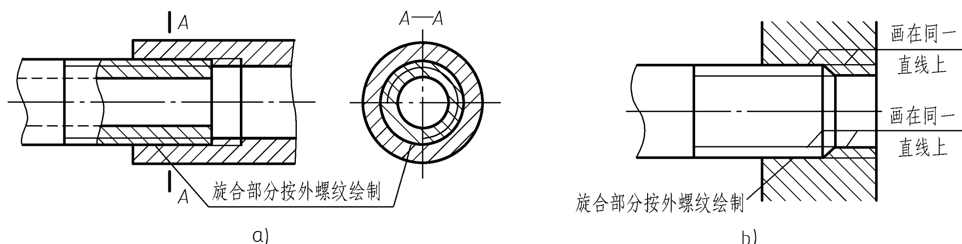


图 3-12　旋合螺纹的画法

2）在内、外螺纹连接的剖视图中，当剖切平面通过实心螺杆的轴线时，螺杆按不剖绘制，如图 3-12b 所示。

3）在螺纹连接的剖视图中，剖面线必须画到表示牙顶的粗实线处。当两个零件邻接时，其剖面线应当不同，即剖面线的方向相反或方向相同而间距不同，如图 3-12a 所示。同一零件在各剖视图、断面图中的剖面线必须相同。

三、螺纹的标记及标注

国家标准规定了各种螺纹的标记及其标注方法，从螺纹的标记可以了解该螺纹的种类、公称直径、螺距、线数、旋向、螺纹公差等方面的内容。以下将介绍几种螺纹的标记及标注方法。

1. 螺纹的规定标记

（1）普通螺纹的标记　普通螺纹完整的标记内容及格式为：

螺纹特征代号　尺寸代号-公差带代号-旋合长度代号-旋向代号

螺纹标记中的尺寸代号、公差带代号、旋合长度代号和旋向代号各项之间要用“-”线隔开。

1）普通螺纹特征代号。普通螺纹特征代号用“M”表示。

2）尺寸代号。单线螺纹的尺寸代号为“公称直径×螺距”，公称直径一般为螺纹的大径。粗牙普通螺纹的螺距可省略标注。

多线螺纹的尺寸代号为“公称直径×Ph 导程 P 螺距”，公称直径、导程和螺距数值的单位为 mm。如有必要，可在后面括号内用英语说明螺纹的线数。

例如，公称直径为 16mm、螺距为 1.5mm、导程为 3mm 的双线普通螺纹应标记为：

M16×Ph3P1.5 或 M16×Ph3P1.5（two starts）

3）公差带代号。螺纹公差带代号是由代表公差等级的数字和基本偏差的字母组成的。在螺纹的基本偏差中，大写字母表示内螺纹，小写字母表示外螺纹。内螺纹的基本偏差有 G、H 两种，外螺纹的基本偏差有 e、f、g、h 四种。螺纹公差带代号是指中径和顶径（指外螺纹的大径和内螺纹的小径）的公差带代号，中径公差带代号在前，顶径公差带代号在后。如果中径公差带代号与顶径公差带代号相同，则只需标注一个代号。

最常用的中等公差精度螺纹（公称直径≤1.4mm 的 5H、6h 和公称直径≥1.6mm 的 6H、6g ）不标注其公差带代号。

4）旋合长度代号。两个互相配合的螺纹，沿其轴线方向相互旋合部分的长度称为旋合长度。

螺纹的旋合长度分为短旋合长度、中等旋合长度和长旋合长度三组，分别用代号 S、N 和 L 表示。中等旋合长度的螺纹在标记时不需标注旋合长度代号。

5）旋向代号。左旋螺纹应标注字母“LH”，右旋螺纹的旋向可省略标注。

例如，“M10-5g6g-S”表示公称直径为 10mm，右旋，单线粗牙普通外螺纹，中径公差带代号为 5g，大径公差带代号为 6g，旋合长度为短的一组。“M20×2-7H-L-LH”表示公称直径为 20mm、螺距为 2mm 的单线细牙左旋普通内螺纹，中径、小径的公差带代号都为 7H ，旋合长度为长的一组。

（2）梯形螺纹的标记

1）单线梯形螺纹的标记格式为：

螺纹特征代号　公称直径×螺距　旋向代号-公差带代号-旋合长度代号

2）多线梯形螺纹的标记格式为：

螺纹特征代号　公称直径×导程（P 螺距）　旋向代号-公差带代号-旋合长度代号

梯形螺纹的规定标记与普通螺纹的规定标记略有不同。梯形螺纹特征代号用 Tr 表示，公差带代号只标注中径公差带代号，旋合长度仅有中等旋合长度（N）和长旋合长度（L）两组。当选用的梯形螺纹为右旋和中等旋合长度（N）时，在标记中可以省略。

例如，“Tr40×7-7e”表示公称直径为 40mm、螺距为 7mm 的单线右旋梯形外螺纹，中径公差带代号为 7e，中等旋合长度。“Tr40×14（P7）LH-8H-L”表示公称直径为 40mm、导程为 14mm、螺距为 7mm 的双线左旋梯形内螺纹，中径公差带代号为 8H，长旋合长度。

（3）锯齿形螺纹的标记

1）单线锯齿形螺纹的标记格式为：

锯齿形螺纹特征代号　公称直径×螺距　旋向代号-公差带代号-旋合长度代号

2）多线锯齿形螺纹的标记格式为：

锯齿形螺纹特征代号　公称直径×导程（P 螺距）　旋向代号-公差带代号-旋合长度代号

锯齿形螺纹特征代号用 B 表示。

例如，“B40×7-7H”表示公称直径为 40mm，螺距为 7mm，中径公差带代号为 7H，中等旋合长度的右旋单线锯齿形内螺纹。“B40×14（P7）-8e-L”表示公称直径为 40mm，导程为 14mm、螺距为 7mm、中径公差带代号为 8e、长旋合长度的右旋双线外螺纹。

（4）管螺纹的标记

55°非密封管螺纹的标记格式为：

螺纹特征代号　尺寸代号　公差等级代号-旋向代号

55°密封管螺纹的标记格式为：

螺纹特征代号　尺寸代号　旋向代号

55°非密封管螺纹的螺纹特征代号为 G；外螺纹的公差等级分为 A 级和 B 级，A 级为精密级，B 级为粗糙级，而内螺纹只有一种公差等级，故在标记中省略。右旋螺纹不标注旋向，左旋螺纹必须标注旋向代号“LH”。例如，“G1/2A-LH”表示 55°非密封外管螺纹，尺寸代号为 1/2，左旋，公差等级为 A 级。

55°密封管螺纹的外螺纹为圆锥外螺纹，特征代号为 R；内螺纹有圆锥内螺纹和圆柱内螺纹，特征代号分别为 Rc 和 Rp。55°密封管螺纹只有一种公差等级，故在标记中省略。右旋螺纹不标注旋向，左旋螺纹标注旋向“LH”。例如，“R3/4”表示螺纹密封圆锥（外）管螺纹，尺寸代号为 3/4，右旋。“Rc1/2-LH”表示螺纹密封的圆锥（内）管螺纹，尺寸代号为 1/2，左旋。

2. 螺纹在图样上的标注

（1）米制标准螺纹的标注　米制螺纹是指度量时使用的长度基准制为米制，以毫米为长度度量单位的螺纹。其标记必须标注在螺纹的大径上，按照标注尺寸的形式进行标注，如图 3-13 所示。

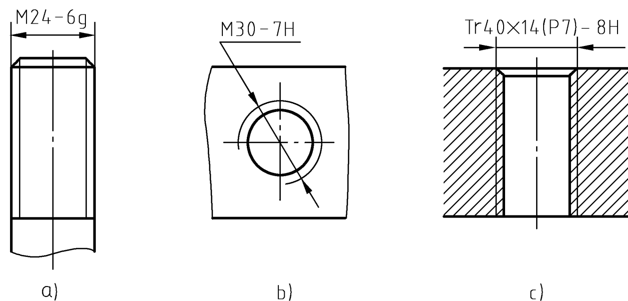


图 3-13　标准螺纹的标注

（2）米制特殊螺纹的标注　在对特殊螺纹进行标注时，应在螺纹特征代号前加注“特”字，并注出螺纹的大径和螺距等内容，如图 3-14 所示。

（3）非标准螺纹的标注　非标准螺纹必须画出牙型，并标注出与结构有关的全部尺寸，如图 3-15 所示。

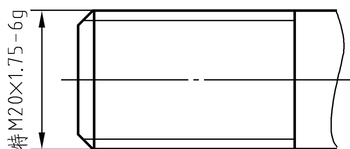


图 3-14　特殊螺纹的标注

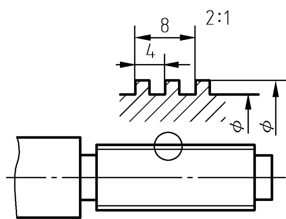


图 3-15　非标准螺纹的标注

（4）寸制管螺纹的标注　寸制螺纹是指度量时使用的长度基准制是英制，以英寸为长度度量单位的螺纹。

由于管螺纹的公称直径是指刻有外螺纹管子的通孔直径，而不是螺纹大径，因此，管螺纹必须采用从大径处引出指引线进行标注的方法，如图 3-16 所示。

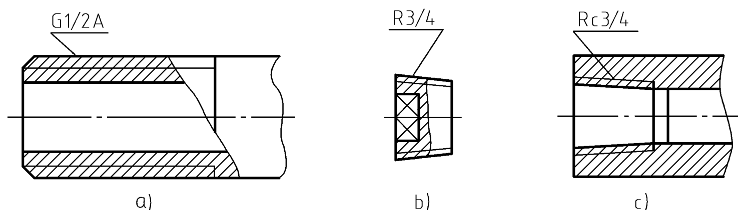


图 3-16　管螺纹的标注

a）55°非密封管螺纹的标注　b）圆锥外管螺纹的标注　c）圆锥内管螺纹的标注

（5）旋合螺纹的标注　米制螺纹在旋合连接装配图中标注为在螺纹旋合处共用一个螺纹代号，因为内、外螺纹的螺纹代号相同。但内、外螺纹的公差带代号必须分别标注出来，并用斜线分开，前面是内螺纹公差带代号，后面是外螺纹公差带代号。在图样上的标注如图 3-17 所示。

管螺纹的旋合，国家标准规定必须将内、外螺纹的标记全部注出，并用斜线分开，内螺纹在前，外螺纹在后，如图 3-18 所示。

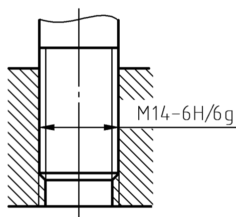


图 3-17　米制旋合螺纹的标注

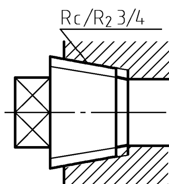


图 3-18　旋合管螺纹的标注

第二节　螺纹紧固件

一、螺纹紧固件的种类

螺纹紧固件的种类很多，常用的有螺栓、双头螺柱、螺钉、螺母和垫圈等。这类零件的

结构形状和尺寸都已标准化，并由专门的生产厂家制造，因此在机械设计时，不需要绘制它们的图样，而是根据规定的标记，可以在相应的国家标准中查出所需的结构尺寸。

常用螺纹紧固件规定的标记可分为完整标记和简化标记两种标记方法。

螺纹紧固件的完整标记为：

名称 标准编号 形式与尺寸（形式、规格、精度等）性能等级或材料及热处理 表面处理

例如，螺纹的公称直径 d=M12、公称长度 l=80mm、性能等级为 8.8 级、表面经过镀锌钝化的 A 级六角头螺栓，其完整标记为：

螺栓 GB/T 5782—2016 M12×80-8.8-A-Zn·D

紧固件的标记可以按照以下原则进行简化：名称和标准年代号允许省略；当产品标准中只规定一种形式、精度、性能等级、材料及其热处理和表面处理时，有关这些内容的标注允许省略；当产品标准中规定多种形式、精度、性能等级、材料及其热处理和表面处理时，有关这些内容的标注允许省略其中的一种，即在产品标准的标记示例中规定简化的标记。

示例的简化标记为：

螺栓 GB/T 5782 M12×80

还可进一步简化为：

GB/T 5782 M12×80

1. 螺栓

螺栓的种类很多，按其头部形状可分为六角头螺栓、方头螺栓等；根据加工的质量，产品的等级可分为 A、B、C 三级。六角头螺栓的规格尺寸为螺纹的直径 d 和公称长度 l。螺栓各部分的尺寸、画法和标记形式见附表 B-1。

2. 螺母

常用的螺母有六角螺母、方螺母、六角开槽螺母等。其中以六角螺母应用最为广泛。产品等级也分为 A、B、C 三级。根据螺母高度 m 的不同，螺母又可分为薄型、1 型和 2 型。六角螺母的规格尺寸是螺纹直径 D，其有关尺寸、画法和标记形式见附表 B-9。

3. 垫圈

垫圈包括平垫圈、弹簧垫圈等。平垫圈可以保护被连接件的表面不受损伤，同时又可以增加支承面积。弹簧垫圈具有放松作用。垫圈的产品等级分为 A、C 两级，其规格尺寸为与之相配的螺栓、双头螺柱的螺纹大径。常用的平垫圈和弹簧垫圈的有关尺寸、画法和标记形式见附表 B-10 和附表 B-11。

4. 双头螺柱

双头螺柱的两端都有螺纹，连接时全部螺纹都旋入被连接零件的螺纹孔内的一端称为旋入端，旋入端的长度用 b_m 表示。另一端与螺母旋合拧紧，称为紧固端。双头螺柱上除去旋入端以外的长度称为公称长度，用 l 表示。双头螺柱一般用于被连接件之一厚度较大且不宜使用螺栓连接的情况。

双头螺柱的旋入端长度 b_m 由被旋入的零件材料强度确定，因此在选用双头螺柱时，必须知道有螺纹孔的零件的材料，以确定双头螺柱旋入端的长度和螺纹孔的深度（孔内螺纹的长度）。旋入端长度 b_m 按国家标准规定有四种，一般可按以下情况来选用：

零件材料是钢或青铜　　$b_m=d$（GB/T 897—1988）

零件材料是铸铁　　b_m = 1. 25d(GB/T 898—1988)

零件材料强度在铸铁与铝之间　　b_m = 1. 5d(GB/T 899—1988)

零件材料是纯铝　　b_m = 2d(GB/T 900—1988)

双头螺柱的有关尺寸、画法和标记形式见附表 B-2。

5. 螺钉

螺钉的种类很多，按用途可分为连接螺钉和紧定螺钉。常用的有开槽圆柱头螺钉、开槽盘头螺钉、十字槽沉头螺钉、内六角圆柱头螺钉等。常用螺钉的有关尺寸、画法和标记形式见附表 B-3~附表 B-8。

二、螺纹零件的常见结构要素

1. 螺纹收尾、肩距、退刀槽和倒角

（1）螺纹收尾　加工螺纹时，在螺纹的有效长度内加工出的螺纹牙型是完整的，绘图时应画出螺纹的终止线。由于工艺上的原因，在结束螺纹加工时，将不可避免地产生螺纹由深变浅的现象，形成了不完整牙型的螺纹，这段不完整牙型的螺纹称为螺尾。其长度用 $l(l_1)$ 表示，尺寸由附表 C-5 和附表 C-6 查出。必要时用细实线画成与轴线成 30°的斜线，如图 3-19 所示。一般情况下，螺纹收尾可不画出。

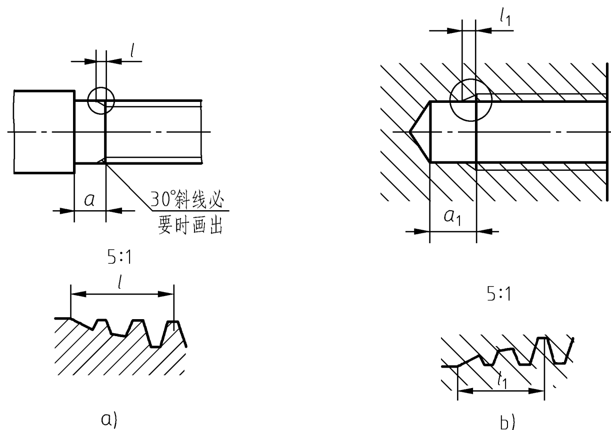


图 3-19　螺纹收尾和肩距

a）外螺纹　b）内螺纹

（2）螺纹肩距　在阶梯轴上较细的一段加工外螺纹，在不通孔内加工内螺纹，同样会由于工艺上的原因不能全部加工成有效螺纹，留出不加工螺纹的一段称为肩距，用 $a(a_1)$ 表示，如图 3-19 所示。肩距尺寸由附表 C-5 和附表 C-6 查出。

（3）螺纹退刀槽　为了消除螺尾，在加工螺纹前，需要在螺纹有效长度以外事先加工出一个深度比牙高还要深的圆槽，称为退刀槽，用 $g(b_1)$ 表示，如图 3-20 所示。退刀槽尺寸由附表 C-5 和附表 C-6 查出。

（4）螺纹倒角　为了便于旋合时对中和防止损坏端部螺纹，常在普通内、外螺纹的末端加工出倒角。外螺纹倒角的宽度用 C 表示，角度一般为 45°，如图 3-21a 所示，尺寸可由附表 C-5 和附表 C-6 查出。外螺纹倒角也允许制成 30°或 60°。内螺纹倒角为 120°，也允许

制成 90°，大端直径不大于 1.05d，如图 3-21b 所示。

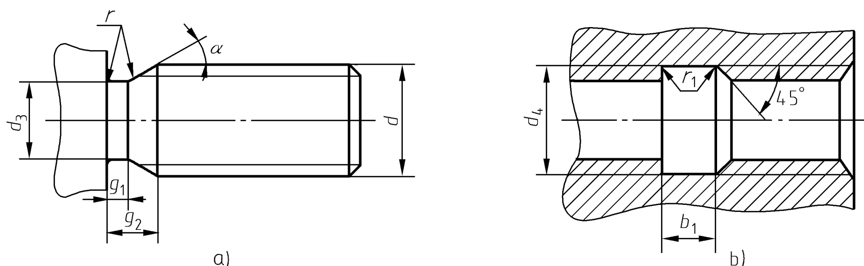


图 3-20　螺纹退刀槽

a）外螺纹　b）内螺纹

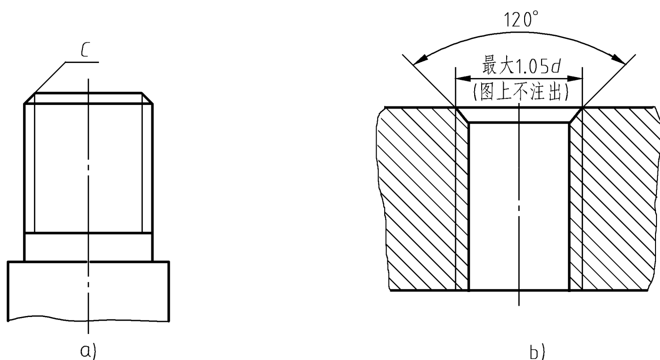


图 3-21　螺纹倒角

a）外螺纹　b）内螺纹

2. 螺纹不通孔

螺纹连接中，常在较厚的被联接件上加工出螺纹不通孔，装配时将旋入双头螺柱或螺钉。螺柱或螺钉的旋入深度 H 由被旋入零件的材料来确定，而攻螺纹的深度（螺纹的有效深度）H_1 由外螺纹的旋入深度 H 加上适当的余量（$3P$）所确定（即 $H_1=H+3P$），钻孔的深度 H_2 等于攻螺纹的深度加上螺纹肩距 a_1（即 $H_2=H_1+a_1$）。螺纹不通孔的尺寸由附表 C-4 查出，画法和尺寸注法如图 3-22 所示。

3. 通孔与沉孔

（1）通孔　被连接件上加工出的连接件螺杆穿过的孔称为通孔。通孔的尺寸可由附表 C-4 查得。

（2）沉孔　在螺钉连接中，当要求螺钉的头部不露出被连接件的表面时，就要在被连接件的表面上加工出凹坑，称为沉孔。各种沉孔的形状和尺寸可由附表 C-4 查得。

三、螺纹紧固件的连接画法

螺纹紧固件的连接形式通常有螺栓连接、螺柱连接和螺钉连接三种。在绘制螺纹紧固件连接的装配图时应遵守下列规定：

1）两零件的接触面画一条线，不接触面画两条线。

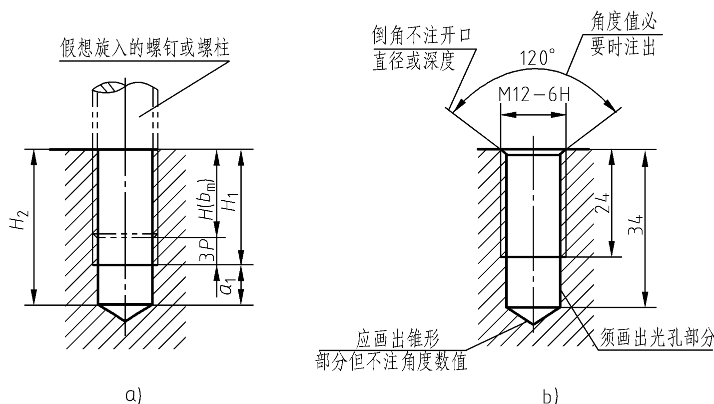


图 3-22　螺纹不通孔的画法和尺寸注法

2）相邻两零件的剖面线方向应相反或同方向不同间距。但同一个零件在各个视图中的剖面线方向和间距必须相同，且剖面线要画到相关的粗实线处。

3）在剖视图中，当剖切平面通过螺纹紧固件的轴线时，紧固件按不剖绘制。

1. 螺栓连接

螺栓连接由螺栓、螺母和垫圈组成。螺栓连接一般用于被连接件厚度不太大而又需经常拆卸的场合。

螺栓连接的绘图步骤如下：

1）根据紧固件螺栓、螺母和垫圈的标记，可从有关标准中查得绘图所需要的尺寸。

2）确定螺栓的公称长度 l。

① 初算公称长度，有　$l_{计}=\delta_1+\delta_2+h+m+a$

式中　δ_1、δ_2——两个被连接件的厚度；

h——垫圈的厚度；

m——螺母的厚度；

a——螺栓伸出螺母的长度，一般取 $a=0.3d$（d 为螺栓的公称直径）。

② 确定标准长度。根据初算的螺栓公称长度 $l_{计}$，在螺栓的标准 l 公称系列值中选取最接近的标准尺寸数值。

③ 绘图。为了避免作图麻烦，可采用简化画法绘制螺纹连接件的装配图。其绘图步骤如图 3-23 所示。

2. 双头螺柱连接

双头螺柱连接由双头螺柱、螺母和垫圈组成。这种连接一般用于被连接件之一的厚度较大而另一被连接件的厚度不太大的场合。

双头螺柱连接的绘图步骤如下：

1）根据紧固件双头螺柱、螺母和垫圈的标记，从有关的标准中查得绘图所需要的尺寸。

2）确定双头螺柱的公称长度 l。

① 初算公称长度，有　$l_{计}=\delta+h+m+a$

式中　δ——被压紧零件的厚度；

h、m、a 含义同前。

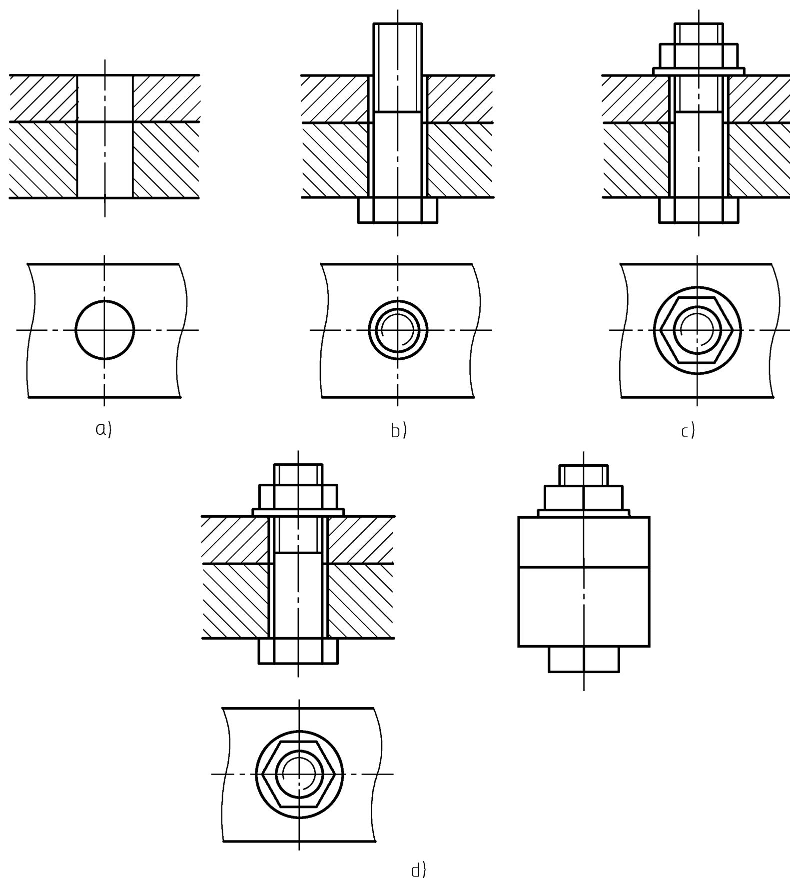


图 3-23 螺栓连接的绘图步骤

a）钻通孔 b）装上螺栓 c）装上垫圈和螺母 d）绘制左视图

② 确定标准长度。根据初算的双头螺柱公称长度 $l_{计}$，在螺柱的标准 l 公称系列值中选取最接近的标准尺寸数值。

3）绘图。其绘图步骤如图 3-24 所示。

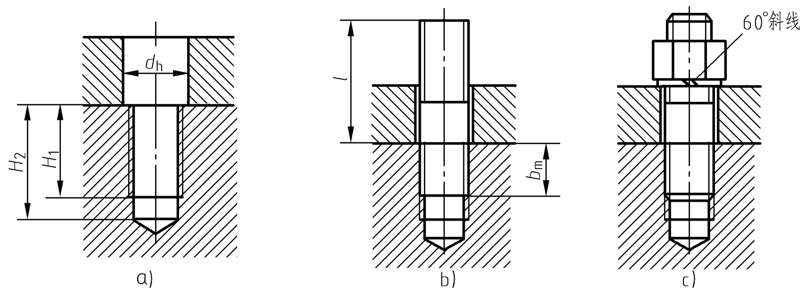


图 3-24 双头螺柱连接的绘图步骤

a）钻通孔，加工螺纹不通孔 b）旋入双头螺柱 c）装上垫圈和螺母

3. 螺钉连接

螺钉连接用于不经常拆卸、受力不太大和被连接件之一又较厚的场合。

螺钉连接的绘图步骤如下：

1）确定螺钉公称长度 l。

① 初算公称长度，有

$$l_{计}=\delta+b_m$$

式中　δ——上板被压紧部分的厚度（注意不同种类的螺钉情况不同）；

b_m——螺钉的旋入长度（与双头螺柱的旋入端长度确定方法相同）。

② 确定标准长度。根据初算的螺钉公称长度 $l_{计}$，在所用螺钉的标准 l 公称系列值中选取最接近的标准尺寸数值。

2）绘图。螺钉的种类很多，不同螺钉连接的视图也有所不同，但其旋入端部分的绘图方法是相同的，且螺钉旋入螺纹孔的长度、螺纹孔的深度和螺纹孔的钻孔深度与前述的双头螺柱连接的旋入部分相同（详细内容参见螺纹不通孔），如图 3-25a 所示。也可以按照螺纹孔深度画图，如图 3-25b～d 所示。

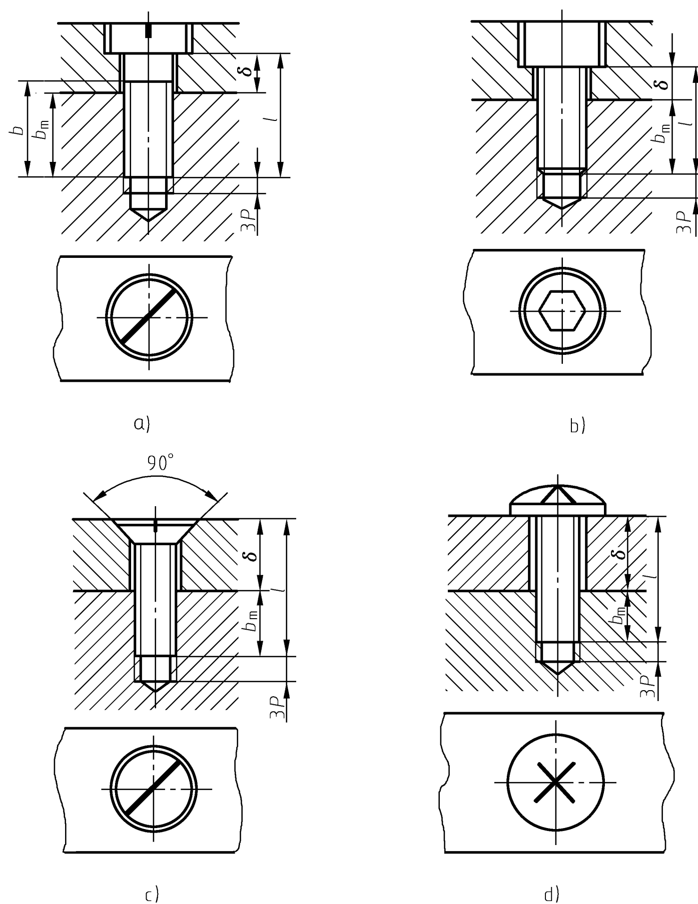


图 3-25　几种常用的螺钉连接

a）开槽圆柱头螺钉　b）圆柱头内六角螺钉　c）开槽沉头螺钉　d）十字槽盘头螺钉

紧定螺钉用于防止两相配零件之间发生相对运动的场合。紧定螺钉的连接如图 3-26 所示。

螺钉头部的槽在螺钉头部投影为圆的视图上画成与水平线成 45°的粗实线；在投影为非

圆的视图上开槽位置画在对称轴线处；当槽宽小于等于 2mm 时可涂黑，即用双倍粗实线的粗线绘制，如图 3-25、图 3-26 所示。

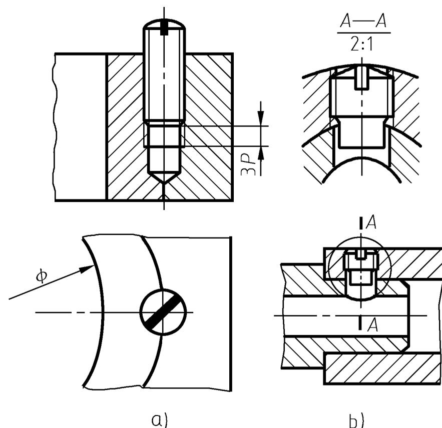


图 3-26　紧定螺钉连接

a）开槽平端紧定螺钉　b）开槽长圆柱端紧定螺钉

第三节　键　连　接

键是用来连接轴和轴上的零件，如胶带轮、齿轮等，使其一起转动，起传递转矩的作用。键的种类较多，常用的有普通型平键、半圆键、钩头型楔键和花键等，如图 3-27 所示。

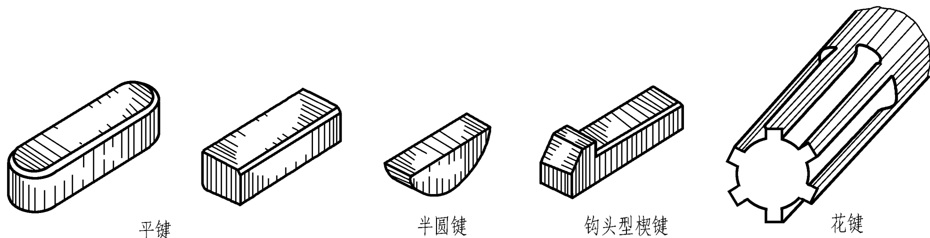


图 3-27　键

一、普通型平键连接

1. 普通型平键的形式、尺寸及其标记

普通型平键的形式、尺寸在 GB/T 1096—2003 中做了规定。

普通型平键有 A 型（圆头）、B 型（方头）和 C 型（单圆头）三种。以 A 型圆头普通型平键用得最多。

键的宽度 b 和高度 h 按轴径查表选取，而长度 L 可参照轮毂的宽度确定，一般选取略小于轮毂宽度的一个标准长度。

普通型平键的形式、尺寸与公差见附表 B-12。

标记示例：宽度 $b=16$mm、高度 $h=10$mm、长度 $L=100$mm 的普通 A 型平键、B 型平键和 C 型平键，其标记形式分别为：

GB/T 1096　键 16×10×100

GB/T 1096　键 B16×10×100

GB/T 1096　键 C16×10×100

2. 普通型平键键槽和键槽孔的画法与尺寸标注

键槽加工于轴上，而在轮毂上加工出带槽的轴孔。其图示与尺寸标注如图 3-28 所示。

其中，图 3-28a 所示是 A 型（圆头）普通型平键键槽的画法与尺寸标注，图 3-28b 所示是 B 型（方头）普通型平键键槽的画法与尺寸标注，图 3-28c 所示是键槽孔的画法与尺寸标注。

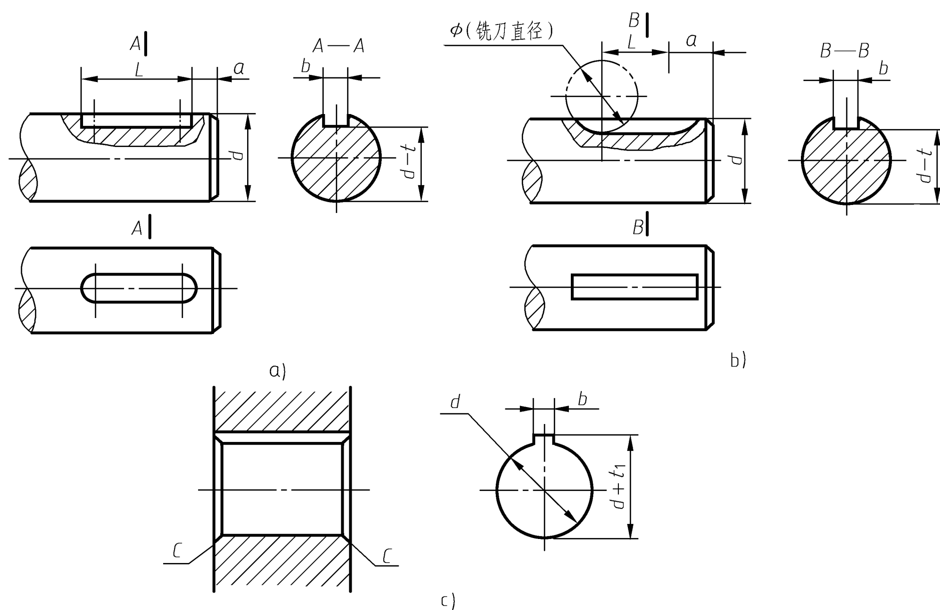


图 3-28　普通型平键键槽和键槽孔的图示及尺寸标注

a）A 型普通型平键键槽的画法与尺寸标注　b）B 型普通型平键键槽的画法与尺寸标注

c）键槽孔的画法与尺寸标注

键槽的尺寸可根据被连接的轴径在标准中查得。轴上键槽的长度与键长 L 相同。

普通型平键键槽的剖面尺寸与公差见附表 B-13。

3. 普通型平键连接的画法

普通型平键的两个侧面是工作面，键连接时，键与键槽沿宽度方向的公称尺寸相同，因此键的侧面与轴、轮毂之间应画成一条粗实线。键的底面与轴接触，也画成一条粗实线。而键的上表面为非工作面，且轮毂上键槽深（$d+t_1$）大于轴上槽深加键高（$d-t+h$），即键的上表面与轮毂上的键槽在此处不接触，所以在绘图时应留有空隙，画成两条粗实线。因为键是标准件，所以当剖切平面通过其对称平面时，键按不剖绘图。键的倒角或小圆角以及键槽上的小圆角一般不画，如图 3-29 所示。

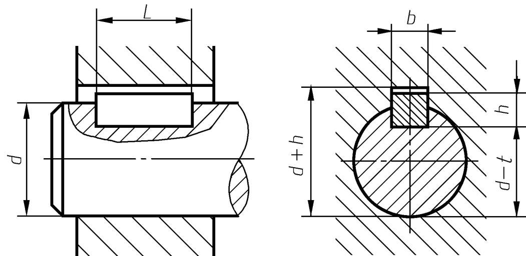


图 3-29　普通型平键连接画法

二、半圆键连接

1. 半圆键的形式、尺寸及其标记

半圆键的形式、尺寸在 GB/T 1099—2003 中做了规定。

半圆键有普通型半圆键和平底型半圆键两种。半圆键通过侧面传递转矩，键在轴槽中能绕槽底圆弧中心摆动，适用于传递较小转矩或传递运动，或作为定位之用。普通型半圆键的尺寸与公差见附表 B-14。

标记示例：宽度 $b=6\text{mm}$、高度 $h=10\text{mm}$、直径 $D=25\text{mm}$ 的普通型半圆键和宽度 $b=6\text{mm}$、高度 $h=8\text{mm}$、直径 $D=25\text{mm}$ 的平底型半圆键，其标记形式分别为：

GB/T 1099. 1　键 6×10×25

GB/T 1099. 2　键 6×8×25

2. 半圆键键槽和键槽孔的画法与尺寸标注

半圆键键槽的画法与尺寸标注如图 3-30 所示，半圆键键槽孔的画法与尺寸标注与普通平键键槽孔的画法和尺寸标注方法相同，如图 3-28c 所示。

半圆键键槽的剖面尺寸与公差见附表 B-15。

3. 半圆键连接的画法

半圆键的工作情况与普通平键基本相同，所以半圆键连接的画法与普通平键连接的画法基本类似，如图 3-31 所示。

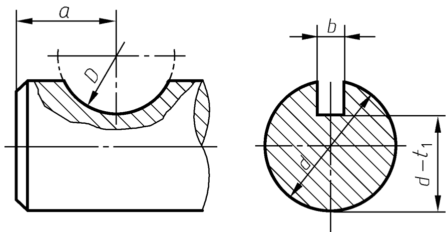


图 3-30　半圆键键槽的画法及尺寸标注

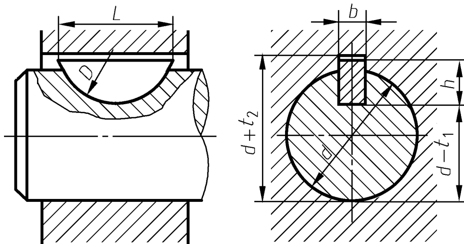


图 3-31　半圆键连接画法

三、钩头型楔键连接

1. 钩头型楔键的形式、尺寸及其标记

钩头型楔键的形式、尺寸参阅 GB/T 1565—2003。

标记示例：宽度 b 为 16mm、高度 h 为 10mm、长度 L 为 100mm 的钩头型楔键，标记为：

GB/T 1565　键 16×100

2. 钩头型楔键键槽尺寸

钩头型楔键键槽尺寸参阅 GB/T 1563—2003。其画法与普通平键键槽的画法类似，只是轮毂槽的底面有 1∶100 的斜度。

3. 钩头型楔键连接的画法

钩头型楔键的顶面有 1∶100 的斜度，其上、下两个底面为工作面，即依靠键的顶面和底面与轮毂和轴的挤压而工作，所以在绘图时画成一条粗实线。钩头楔键的两个侧面与轴和毂之间都有间隙，在绘图时应画成两条粗实线。楔键顶面的斜度在连接图中可不画，如图

3-32 所示。

四、花键连接

在需要传递较大的转矩时常使用花键。在轴上制出的花键称为外花键，该轴称为花键轴；在孔内制出的花键称为内花键，该孔称为花键孔。花键包括矩形花键、渐开线花键、三角形花键和梯形花键，其中矩形花键应用较广。

图 3-32　钩头型楔键连接

1. 矩形花键的尺寸及标记

矩形花键的尺寸见 GB/T 1144—2001。

矩形花键的标记代号应按次序包括下列内容：键数 N、小径 d、大径 D、键宽 B、基本尺寸及配合公差带代号和标准号。

标记示例：

$N=6$、$d=23\ \frac{\mathrm{H7}}{\mathrm{f7}}$、$D=26\ \frac{\mathrm{H10}}{\mathrm{a11}}$、$B=6\ \frac{\mathrm{H11}}{\mathrm{d10}}$的矩形花键标记为：

花键规格：（N×d×D×B）6×23×26×6

外花键代号：6×23f7×26a11×6d10　GB/T 1144—2001

内花键代号：6×23H7×26H10×6H11　GB/T 1144—2001

花键副代号：$6\times23\ \frac{\mathrm{H7}}{\mathrm{f7}}\times26\ \frac{\mathrm{H10}}{\mathrm{a11}}\times6\ \frac{\mathrm{H11}}{\mathrm{d10}}$　GB/T 1144—2001

2. 矩形花键键槽的尺寸

矩形花键键槽的截面形状及尺寸见 GB/T 1144—2001。

3. 矩形花键连接的有关画法及其标注

国家标准对矩形花键的画法作了规定，下面介绍矩形花键的有关画法和标注。

（1）矩形外花键的画法和标注　矩形外花键的画法及尺寸标注如图 3-33 所示。

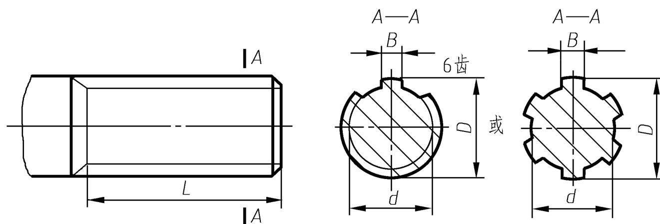


图 3-33　矩形外花键的画法及尺寸标注

在平行于外花键轴线的投影面的视图中，大径用粗实线绘制，小径用细实线绘制。花键工作长度的终止线和尾部长度的末端均用细实线绘制，并与轴线垂直。尾部画成与轴线成30°的斜线。外花键如采用局部剖视表示时，齿按不剖处理，此时小径用粗实线绘制。

在垂直于花键轴线的投影面的剖视图中，可画出部分或全部齿形，也可以只画出表示大径的粗实线圆和表示小径的细实线圆，倒角圆省略不画。

花键的尺寸除需注出大径 D、小径 d 及齿宽 B 外，还必须注出工作长度 L（不包括尾部

尺寸)。如果从花键大径上用指引线标注花键代号，则除 L 外，其余尺寸均不再标注。

(2) 矩形内花键的画法和标注　矩形内花键的画法及尺寸标注如图 3-34 所示。

在平行于内花键轴线的投影面的剖视图中，大径、小径均用粗实线绘制，齿按不剖处理。用局部视图画出部分或全部齿形。

矩形内花键的一般尺寸标注或代号标注如图 3-34 所示（两种形式只取一种)。

(3) 矩形花键连接的画法和代号标注　花键连接一般用剖视图和断面图表示。当剖切平面通过花键轴线时，按不剖绘制，其连接部分按外花键的画法绘制。在花键的连接图中，需要时可标注出花键副的标记代号，如图 3-35 所示。

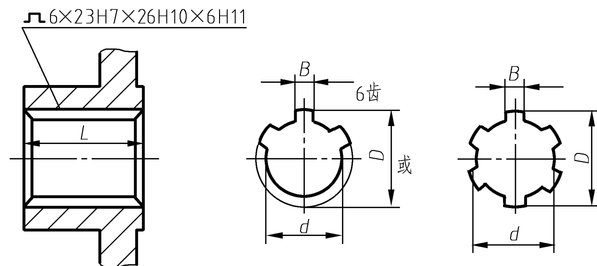


图 3-34　矩形内花键的画法及尺寸标注

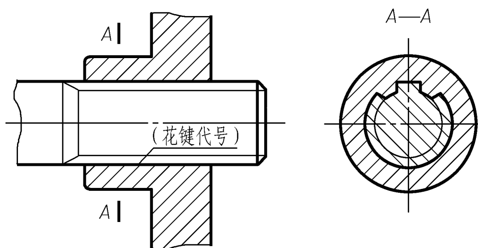


图 3-35　矩形花键连接的画法及尺寸标注

第四节　销　连　接

销通常用于零件间的连接、定位或防松，是标准件。常用的销有圆柱销、圆锥销和开口销等。

一、圆柱销

1. 圆柱销的形式、尺寸和标记

圆柱销的形式、尺寸见附表 B-16。

标记示例：

公称直径 $d=8$mm、公差为 m6、公称长度 $l=30$mm、材料为钢、不经淬火、不经表面处理的圆柱销的标记形式为：

销　GB/T 119.1　8m6×30

公称直径 $d=8$mm、公差为 m6、公称长度 $l=30$mm、材料为钢、普通淬火（A 型)、表面氧化处理的圆柱销的标记形式为：

销　GB/T 119.2　8×30

2. 圆柱销孔的画法和尺寸标注

用圆柱销来连接或定位零件时，被连接或被定位的两零件的销孔必须同时加工，这样才能容易对准位置。圆柱销孔的尺寸标注如图 3-36 所示。

3. 圆柱销连接画法

圆柱销主要用于不常拆卸的场合，其连接画法如图 3-37 所示。

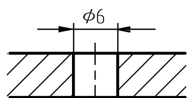


图 3-36　圆柱销孔的尺寸标注



图 3-37　圆柱销的连接画法

二、圆锥销

1. 圆锥销的形式、尺寸和标记

圆锥销的形式、尺寸见附表 B-17。

标记示例：

公称直径 $d=8$mm、公称长度 $l=50$mm、材料为 35 钢、热处理硬度为 28~38HRC、表面氧化处理的 A 型圆锥销的标记形式为：

销　GB/T 117　8×50

2. 圆锥销孔的画法和尺寸标注

在零件图中，圆锥销孔的画法和尺寸标注如图 3-38 所示。

3. 圆锥销连接画法

圆锥销多用在经常拆卸的场合，因为磨损后可用销本身的锥度进行补偿。一般销的两端伸出被连接件，以便拆装。圆锥销连接的画法如图 3-39 所示。

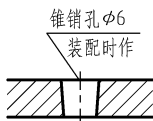


图 3-38　圆锥销孔的画法和尺寸标注

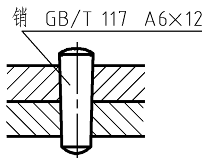


图 3-39　圆锥销连接的画法

三、开口销

1. 开口销的形式、尺寸和标记

开口销的形式、尺寸见附表 B-18。

标记示例：

公称直径 $d=5$mm、公称长度 $l=50$mm、材料为 Q215 或 Q235、不经表面处理的开口销的标记形式为：

销　GB/T 91　5×50

2. 开口销孔的画法和尺寸标注

由于开口销在使用时穿过标准件——螺杆末端带销孔的螺栓，如 GB/T 31. 1—2013 规定的六角头螺杆带孔螺栓，所以开口销孔一般不需要表示。

3. 开口销连接画法

开口销一般用于螺纹连接时锁紧螺栓和螺母。为此需使用螺杆末端带孔的螺栓，在拧紧槽形螺母时使开槽与螺杆上的孔对正，穿入适当规格的开口销并分开尾部，即可阻止螺母与螺杆的相对转动，在机器振动时可有效地防止连接松动，如图 3-40 所示。

开口销连接的画法如图 3-40 所示。

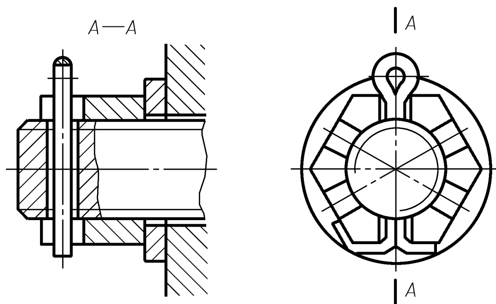


图 3-40　开口销连接的画法

第五节　滚 动 轴 承

滚动轴承是用于支承旋转轴的标准部件。它具有结构紧凑、摩擦阻力小、动能损耗少和旋转精度高等优点，因此应用极为广泛。

一、滚动轴承的结构和种类

1. 滚动轴承的结构

滚动轴承的种类繁多，但其结构大致相同，一般常见结构如图 3-41 所示，并由下列零件组成：

外圈——装在机座的轴孔内，一般固定不动。外表面与轴孔相配合，其最大直径为轴承的外径。内表面制有滚道。

内圈——它的内孔与支承的轴颈相配合，其内孔直径为轴承的内径。外表面制有滚道与外圈内表面的滚道相对应，滚动体在滚道内可以滚动。内圈与轴一起转动。

滚动体——装在外圈与内圈之间的滚道中，其形状可为球、圆柱、圆锥等。当内圈与轴一起转动时，它在滚道内滚动。

保持架——用以均匀地隔开滚动体。

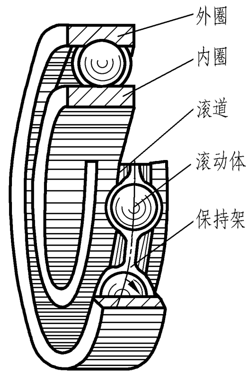


图 3-41　滚动轴承结构

2. 滚动轴承的种类

滚动轴承按承受载荷的方向可分为三种类型：

1）向心轴承。此类轴承主要承受径向载荷。

2）推力轴承。此类轴承主要承受轴向载荷。

3）向心推力轴承。此类轴承同时承受径向和轴向载荷。

二、滚动轴承的画法

滚动轴承是标准部件，由轴承厂专门生产。需要时可根据要求确定轴承代号并进行选购，因此通常不需要绘制其部件图，而是按照国家标准（GB/T 4459. 7—2017）的有关规定进行绘制。

1. 简化画法

简化画法分为通用画法和特征画法。用简化画法绘制滚动轴承时，在同一图样中一般只采用一种。

（1）通用画法

1）在剖视图中，当不需要确切地表示滚动轴承的外形轮廓、载荷特性、结构特征时，可用矩形线框及位于线框中央正立的十字形符号表示（图 3-42）。十字符号不应与矩形线框接触。

2）通用画法应绘制在轴的两侧，如图 3-43 所示。

3）如需确切地表示滚动轴承的外形，则应画出其断面轮廓，并在轮廓中央画出正立的十字形符号。十字形符号不应与断面轮廓线接触，如图 3-44 所示。

4）滚动轴承带有附件或零件时，这些附件或零件也可只画出其外形轮廓，如图 3-45 所示。

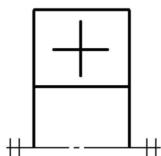


图 3-42 通用画法

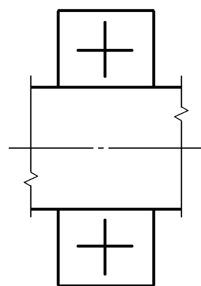


图 3-43 绘制在轴两侧的通用画法

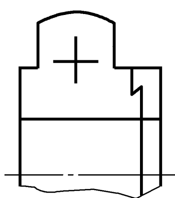


图 3-44 画出外形轮廓的通用画法

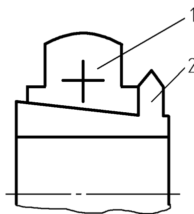


图 3-45 滚动轴承附件按外形轮廓绘制的通用画法

1—外球面球轴承 2—紧定套

5）当需要表示滚动轴承的防尘盖和密封圈时，可按图 3-46 和图 3-47 所示的方法绘制。当需要表示滚动轴承内圈或外圈有无挡边时，可按图 3-48 所示的方法在十字符号上附加一短划表示内圈或外圈无挡边的方向。

6）在装配图中，为了表达滚动轴承的安装方法，可画出滚动轴承的某些零件，如图 3-49所示。

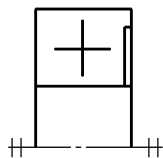


图 3-46 一面带防尘盖的通用画法

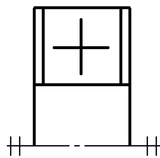


图 3-47 两面带密封圈的通用画法

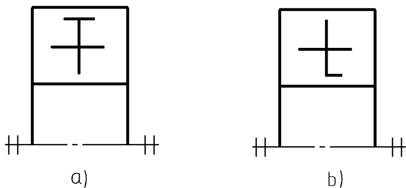


图 3-48　内、外圈有无挡边的通用画法

a）外圈无挡边　b）内圈有单挡边

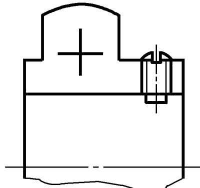


图 3-49　绘出滚动轴承某一零件的通用画法

通用画法的尺寸比例示例如图 3-50 所示。其中轴承外径 D、轴承宽度 B 等参数可根据滚动轴承标记查表获取。

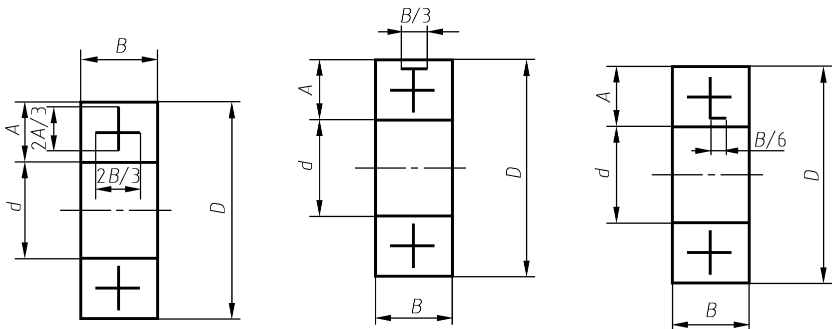


图 3-50　通用画法尺寸比例

（2）特征画法

1）在剖视图中，如需较形象地表示滚动轴承的结构特征，可在矩形框内画出其结构要素符号。滚动轴承结构要素符号、结构特征和载荷特性的要素符号组合可查阅有关标准。

2）特征画法应绘制在轴的两侧。

3）在垂直于滚动轴承轴线的投影面的视图上，无论滚动体的形状（球、柱、针等）及尺寸如何，均可按图 3-51 所示的方法绘制。

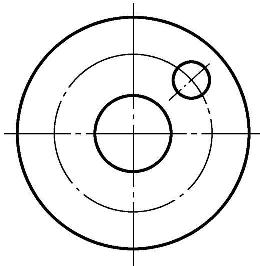


图 3-51　滚动轴承在垂直于轴线投影面的特征画法

常用滚动轴承的特征画法见表 3-2。

表 3-2　常用滚动轴承的规定画法和特征画法

轴承名称及代号	规 定 画 法	特 征 画 法
深沟球轴承 GB/T 276—2003 类型代号 6 主要参数 D、d、B	A/2, B/2, A, A/2, 60°, D, d, B	B, 2B/3, A, B/6, D, d

（续）

轴承名称及代号	规定画法	特征画法
圆锥滚子轴承 GB/T 297—2003 类型代号 3 主要参数 D、d、T		
推力球轴承 GB/T 301—2003 类型代号 5 主要参数 D、d、T		

2. 规定画法

1）必要时，剖视图可按规定画法绘制。

2）在装配图中，滚动轴承的保持架及倒角等可省略不画。

3）规定画法一般画在轴的一侧，另一侧按通用画法绘制。

常用滚动轴承的规定画法见表 3-2。

三、滚动轴承的代号

滚动轴承代号由基本代号、前置代号和后置代号构成，其排列如下：

前置代号　基本代号　后置代号

1. 基本代号

基本代号表示轴承的基本类型、结构和尺寸，是轴承代号的基础。基本代号由轴承类型代号、尺寸系列代号和内径代号构成。

（1）轴承类型代号　轴承类型代号由数字或大写拉丁字母表示，见表 3-3。

表 3-3　滚动轴承类型代号（摘自 GB/T 272—2017）

代号	轴承类型	代号	轴承类型
0	双列角接触球轴承	7	角接触球轴承
1	调心球轴承	8	推力圆柱滚子轴承
2	调心滚子轴承和推力调心滚子轴承	N	圆柱滚子轴承,双列或多列用字母 NN 表示
3	圆锥滚子轴承	U	外球面球轴承
4	双列深沟球轴承	QJ	四点接触球轴承
5	推力球轴承	C	长弧面滚子轴承(圆环轴承)
6	深沟球轴承		

注：在表中代号后或前加字母或数字，可表示该类轴承中的不同结构。

（2）尺寸系列代号　尺寸系列代号用数字表示，由轴承的宽（高）度系列代号和直径系列代号组成。其具体数值见表3-4。

（3）内径代号　内径代号用数字表示。滚动轴承内径代号及其示例见表3-5。

表3-4　尺寸系列代号（摘自GB/T 272—2017）

直径系列代号	向心轴承								推力轴承			
	宽度系列代号								高度系列代号			
	8	0	1	2	3	4	5	6	7	9	1	2
	尺寸系列代号											
7	—	—	17	—	37	—	—	—	—	—	—	—
8	—	08	18	28	38	48	58	68	—	—	—	—
9	—	09	19	29	39	49	59	69	—	—	—	—
0	—	00	10	20	30	40	50	60	70	90	10	—
1	—	01	11	21	31	41	51	61	71	91	11	—
2	82	02	12	22	32	42	52	62	72	92	12	22
3	83	03	13	23	33	—	—	—	73	93	13	23
4	—	04	—	24	—	—	—	—	74	94	14	24
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	95	—	—

常用滚动轴承的基本尺寸可查阅附表B-19~附表B-21或有关手册。

2. 前置代号、后置代号

前置代号和后置代号是指轴承在结构形状、尺寸、公差、技术要求等有改变时，在其基本代号左右添加的补充代号。前置代号用字母表示，后置代号用字母（或加数位）表示。其具体的编制规则及含义可查阅有关标准。

3. 滚动轴承代号示例



例3-1　滚动轴承　6204　GB/T 276—2013

04——内径代号，$d=4\times5\text{mm}=20\text{mm}$；

（0）2——尺寸系列代号，02系列；

6——轴承类型代号，60000型，深沟球轴承。



例3-2　滚动轴承　32208/P6　GB/T 297—2013

08——内径代号，$d=8\times5\text{mm}=40\text{mm}$；

22——尺寸系列代号，22系列；

3——轴承类型代号，30000型，圆锥滚子轴承；

P6——公差等级为6级。

表3-5　滚动轴承内径代号及其示例

轴承公称内径/mm	内 径 代 号	示　　例
0.6~10(非整数)	用公称内径毫米数直接表示,在其与尺寸系列代号之间用“/”分开	深沟球轴承 618/2.5 $d=2.5\text{mm}$

（续）

轴承公称内径/mm		内径代号	示例
1～9(整数)		用公称内径毫米数直接表示，对深沟球轴承及角接触球轴承 7、8、9 直径系列，内径与尺寸系列代号之间用“/”分开	深沟球轴承 625、618/5 d =5mm
10～17	10 12 15 17	00 01 02 03	深沟球轴承 6200 d=10mm
20～480 （22、28、32 除外）		公称内径除以 5 的商数。若商数为个位数，需在商数左边加“0”，如 08	调心滚子轴承 22308 d=40mm
大于和等于 500 以及 22、28、32		用公称内径毫米数直接表示，但在其与尺寸系列之间用“/”分开	调心滚子轴承 230/500 d=500mm 深沟球轴承 62/22 d=22mm

第六节　齿　　轮

齿轮在机器中是传递运动和动力的零件。齿轮传动可以完成减速、增速、变向和换向等动作。常用的齿轮传动可分为三大类：

圆柱齿轮传动——用于两平行轴之间的传动，如图 3-52a 所示。

锥齿轮传动——用于两相交轴之间的传动，如图 3-52b 所示。

蜗杆蜗轮传动——用于两垂直交叉轴之间的传动，如图 3-52c 所示。

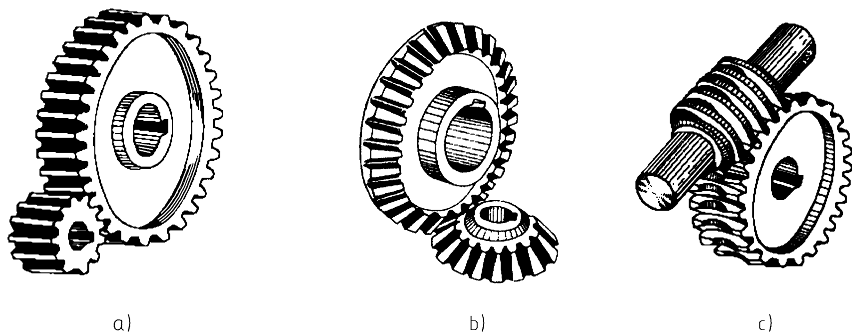


图 3-52　常见的齿轮传动

a）圆柱齿轮　b）锥齿轮　c）蜗杆蜗轮

在传动中，为了运动平稳、啮合正确，齿轮轮齿的齿廓曲线可以制成渐开线、摆线和圆弧。轮齿的方向有直齿、斜齿、人字齿和弧形齿。

齿轮有标准齿轮和非标准齿轮之分，具有标准齿的齿轮称为标准齿轮。以下仅介绍齿廓曲线为渐开线的标准齿轮的基本知识和规定画法。

一、直齿圆柱齿轮

1. 直齿圆柱齿轮各部分的名称、代号和尺寸关系

直齿圆柱齿轮各部分的名称、代号如图 3-53 所示。

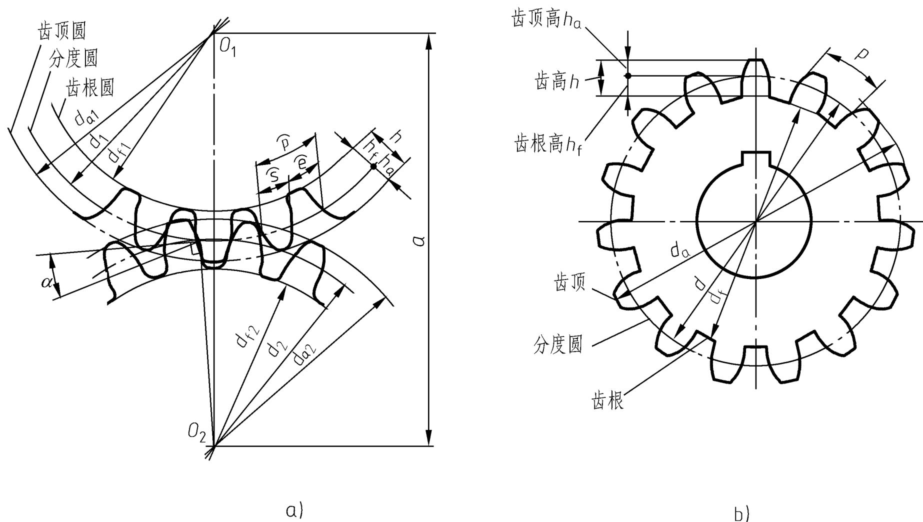


图 3-53　直齿圆柱齿轮各部分的名称、代号

1）齿顶圆直径 d_a。通过轮齿顶部的圆称为齿顶圆，其直径用 d_a 表示。

2）齿根圆直径 d_f。通过轮齿根部的圆称为齿根圆，其直径用 d_f 表示。

3）分度圆直径 d。在齿顶圆和齿根圆之间，使齿厚 s 和齿槽宽 e 相等的圆称为分度圆，其直径用 d 表示。

4）分度圆齿距 p、齿厚 s、齿槽宽 e。分度圆上相邻两齿廓对应点之间的弧长称为分度圆齿距，用 p 表示。相互啮合的两齿轮，分度圆齿距相等。每个轮齿齿廓在分度圆上的弧长称为分度圆齿厚，用 s 表示。相邻轮齿之间的齿槽在分度圆上的弧长称为齿槽宽，用 e 表示。对于标准齿轮，$s=e$，$p=s+e=2s=2e$，或 $s=e=p/2$。

5）齿数 z。一个齿轮的轮齿总数称为齿数，用 z 表示。

6）模数 m。在齿轮中，分度圆周长为

$$\pi d=zp \qquad d=pz/\pi$$

令 $p/\pi=m$，则
$$d=mz$$

式中　m——齿轮的模数。因为一对啮合齿轮的齿距 p 必须相等，所以它们的模数也必须相等。

为了便于设计和制造，模数的数值已标准化，见表 3-6。

表 3-6　齿轮模数系列（摘自 GB/T 1357—2008）

第一系列	1,1.25,1.5,2,2.5,3,4,5,6,8,10,12,16,20,25,32,40,50
第二系列	1.125,1.375,1.75,2.25,2.75,3.5,(3.75),4.5,5.5,(6.5),7,9,11,14,18,22,28,36,45

注：1. 对斜齿圆柱齿轮指法向模数。
2. 优先选用第一系列，括号内数值尽可能不用。

模数是设计、制造齿轮的重要参数。由于模数 m 与齿距 p 成正比，而 p 决定了轮齿的大小，所以模数 m 的大小反映了轮齿的大小。模数大，轮齿就大，随之齿厚 s、齿高 h 也大，因而齿轮的承载能力也增大。加工齿轮须选用与齿轮模数相同的刀具，因而模数又是选用刀具的依据。

7）齿高 h、齿顶高 h_a、齿根高 h_f。轮齿在齿顶圆与齿根圆之间的径向距离称为齿高，用 h 表示。齿顶圆与分度圆之间的径向距离称为齿顶高，用 h_a 表示。齿根圆与分度圆之间的径向距离称为齿根高，用 h_f 表示。有 $h=h_a+h_f$。

8）节圆直径 d_w。两齿轮啮合时，在连心线 O_1O_2 上的两齿廓的接触点 P 称为节点。分别以 O_1、O_2 为圆心，$\overline{O_1P}$、$\overline{O_2P}$为半径所作的两个相切的圆称为齿轮的节圆，用 d_w 表示节圆直径。在标准齿轮中，$d_w=d$。

9）压力角 α。两齿轮啮合时，轮齿齿廓在 P 点的公法线与两节圆的公切线所夹的锐角称为压力角，用 α 表示。相啮合的两齿轮压力角相等。国家标准规定标准压力角 $\alpha=20°$。

10）中心距 a。相啮合的两圆柱齿轮轴线之间的距离称为中心距，用 a 表示。

标准直齿圆柱齿轮各部分尺寸可由表 3-7 中的公式计算出来。

表 3-7　标准直齿圆柱齿轮的尺寸计算

基本参数：模数 m，齿数 z		
名　　称	代　　号	公　　式
模数	m	根据设计或测绘确定
齿顶高	h_a	$h_a=m$
齿根高	h_f	$h_f=1.25m$
齿高	h	$h=2.25m$
分度圆直径	d	$d=mz$
齿顶圆直径	d_a	$d_a=m(z+2)$
齿根圆直径	d_f	$d_f=m(z-2.5)$
齿　距	p	$p=\pi m$
分度圆齿厚	s	$s=\pi m/2$
中心距	a	$a=m(z_1+z_2)/2$

注：上述符号的下角标 1 或 2 分别代表两个齿轮中的某一个。

2. 直齿圆柱齿轮的规定画法

GB/T 4459.2—2003《机械制图　齿轮表示法》规定了机械图样中齿轮的简化表达方法。

（1）单个直齿圆柱齿轮的规定画法（图 3-54）

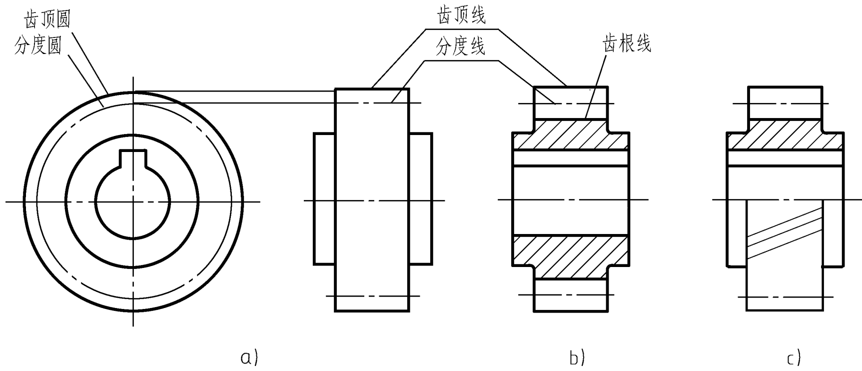


图 3-54　单个圆柱齿轮的画法

1）齿顶圆和齿顶线用粗实线绘制。

2）分度圆和分度线用细点画线绘制。

3）齿根圆和齿根线用细实线绘制，也可省略不画；在剖视图中，齿根线用粗实线绘制。

4）在剖视图中，当剖切平面通过齿轮的轴线时，轮齿一律按不剖处理。

齿轮属于轮盘类零件，其表达方法与一般轮盘类零件相同。通常将轴线垂直于侧面放置，用两个视图，或者用一个视图和一个局部视图表示；其中的非圆视图可做半剖或全剖；轮齿部分的倒圆角省略不画。

（2）直齿圆柱齿轮的啮合画法　齿轮啮合时，除啮合区外，其余部分均按单个齿轮绘制。啮合区按如下规定绘制：

1）在垂直于圆柱齿轮轴线的投影面的视图（投影为圆的视图）中，相啮合齿轮的节圆必须相切；齿顶圆均用粗实线绘制（图3-55a），也可以省略不画（图3-55b）；齿根圆全部省略不画。

2）在平行于圆柱齿轮轴线的投影面的视图（投影为非圆视图）中，当采用剖视且剖切平面通过两齿轮的轴线时，在啮合区内，两齿轮的节线重合，一个齿轮的轮齿用粗实线绘制，另一个齿轮的轮齿被遮挡的部分用虚线绘制（图3-55a），也可省略不画。必须注意：两齿轮在啮合区存在0.25m的径向间隙，即一齿轮的齿顶线与另一齿轮的齿根线之间有径向间隙，如图3-56所示。

3）在平行于圆柱齿轮轴线的投影面的外形视图（投影为非圆视图）中，啮合区的齿顶线不需画出，节线用粗实线绘制，其他处的节线用细点画线绘制，如图3-55c、d所示。

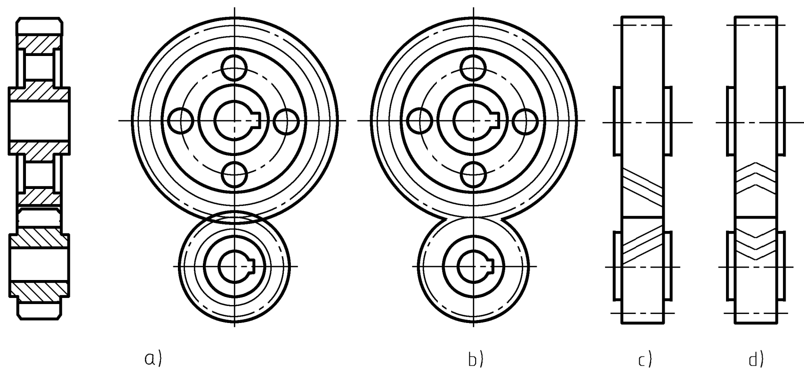


图3-55　圆柱齿轮的啮合画法

（3）齿轮与齿条的啮合画法　当齿轮的直径无限大时，齿轮就成为齿条。此时，齿顶圆、齿根圆、分度圆和齿廓曲线都成为直线。

齿轮和齿条啮合时，齿轮旋转，齿条做直线运动。齿轮与齿条的啮合画法与两圆柱齿轮啮合的画法基本相同，这时齿轮的节圆与齿条的节线相切，如图3-57所示。

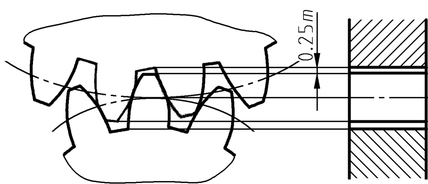


图3-56　圆柱齿轮啮合区的放大图

3. 直齿圆柱齿轮的测绘

根据测量齿轮来确定其主要参数并绘制出零件工作图的过程称为齿轮测绘。

测绘齿轮时，除轮齿外，其余部分与一般零件的测绘方法相同，因而这里只介绍轮齿部分的测定方法。

测绘齿轮涉及后续的许多知识，所以这里所讲的方法只适用于一些技术要求不高的齿轮，而且是标准齿轮。

测绘直齿圆柱齿轮时，主要应确定模数 m 与齿数 z，然后根据表 3-7 中的计算公式算出齿轮的有关尺寸，其测绘步骤如下：

1）数出被测齿轮的齿数 z。

2）测出齿顶圆直径 d_a。当齿轮的齿数是偶数时，d_a 可直接测出；若齿数为奇数时，可先测出齿轮的轴孔直径 D 和齿顶到轴孔壁的距离 H，然后计算出齿顶圆直径 d_a，如图 3-58 所示，d_a 的计算公式为

$$d_a = 2H + D$$

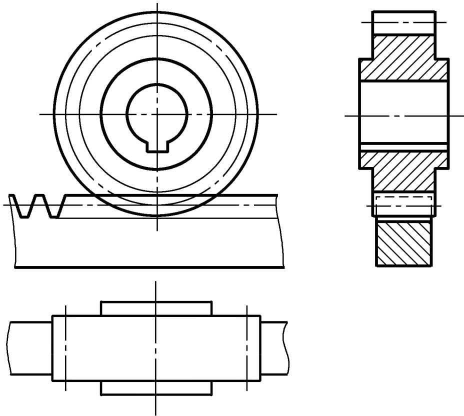


图 3-57　齿轮与齿条的啮合画法

3）根据公式 $m = d_a/(z+2)$，计算出模数 m。再根据表 3-6，选取与其相近的标准模数。

4）根据标准模数，利用表 3-7 中的公式计算出有关的尺寸 d、h、h_a、h_f、d_a、d_f 等。

5）所得尺寸要与实测的中心距 a 进行核对，必须符合

$$a = d_1/2 + d_2/2 = mz_1/2 + mz_2/2 = m(z_1 + z_2)/2$$

6）测量其他各部分尺寸。

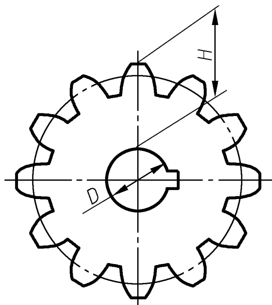


图 3-58　测量奇数齿齿轮的齿顶圆直径

7）绘制齿轮零件图。图 3-59 所示为直齿圆柱齿轮的零件图。在齿轮零件图中，除一般零件图的内容外，齿顶圆直径、

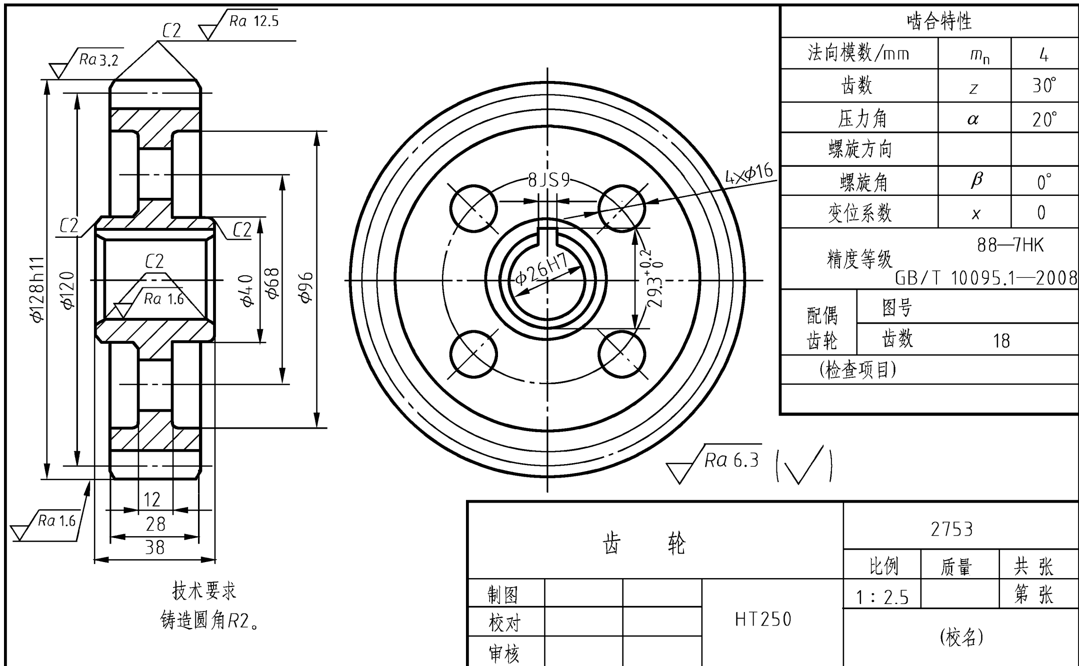


图 3-59　直齿圆柱齿轮零件图

分度圆直径必须直接注出，齿根圆直径规定不需标注，并在图样右上角的参数表中，注写模数、齿数、压力角等基本参数。

二、斜齿圆柱齿轮

1. 斜齿圆柱齿轮尺寸关系

（1）斜齿圆柱齿轮的法向模数 m_n 和端面模数 m_t 的关系　斜齿圆柱齿轮是具有螺旋形轮齿的圆柱齿轮。其轮齿的齿向与轴线所成的角称为螺旋角，用 β 表示。将斜齿轮分度圆柱面展开，可以看出：斜齿圆柱齿轮有法向齿距 p_n（在垂直于轮齿断面上的齿距）和端面齿距 p_t（在垂直于齿轮轴线上的齿距）之分。由此对应的模数也就有法向模数 m_n 和端面模数 m_t 之分，如图 3-60 所示。规定取斜齿圆柱齿轮的法向模数 m_n 为标准值，其值见表 3-6，并取法向压力角 $\alpha_n = 20°$。

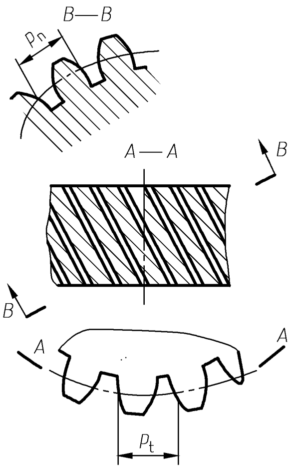


图 3-60　斜齿圆柱齿轮法向齿距和端面齿距

法向齿距与端面齿距、法向模数与端面模数的关系是

$$p_n = p_t\cos\beta \qquad m_n = m_t\cos\beta$$

（2）斜齿圆柱齿轮的尺寸计算　标准斜齿圆柱齿轮的尺寸计算公式见表 3-8。

2. 斜齿圆柱齿轮的画法

（1）单个斜齿圆柱齿轮的画法　斜齿圆柱齿轮的画法与直齿圆柱齿轮的画法基本相同。斜齿轮投影为非圆的视图常采用半剖视或局部剖视，当需要表示斜齿轮的轮齿方向时，可在未剖处用三条与齿线方向一致的细实线表示，如图 3-54c 所示。

表 3-8　标准斜齿圆柱齿轮的尺寸计算

基本参数：法向模数 m_n、齿数 z、螺旋角 β		
名　称	代　号	计算公式
齿顶高	h_a	$h_a = m_n$
齿根高	h_f	$h_f = 1.25m_n$
齿高	h	$h = 2.25m_n$
分度圆直径	d	$d = m_n z/\cos\beta$
齿顶圆直径	d_a	$d_a = d + 2m_n$
齿根圆直径	d_f	$d_f = d - 2.5m_n$
法向齿距	p_n	$p_n = m_n\pi$
中心距	a	$a = m_n(z_1 + z_2)/(2\cos\beta)$

（2）斜齿圆柱齿轮的啮合画法　斜齿圆柱齿轮的啮合画法与直齿圆柱齿轮的啮合画法基本相同。只是在需要表示斜齿轮的轮齿方向时，再按规定表示出轮齿的方向就可以了，如图 3-55c 所示。相互啮合的一对斜齿轮，其模数和螺旋角相等，但旋向应相反。

3. 斜齿轮的测绘

测绘斜齿轮时，主要应确定其基本参数：法向模数 m_n、齿数 z 和螺旋角 β，然后根据表 3-8 中的计算公式，计算出有关的尺寸。其测绘步骤如下：

1）数出被测齿轮的齿数 z。

2）测出齿顶圆直径 d_a 和齿根圆直径 d_f（方法与直齿轮的测绘方法相同）。

3）根据表 3-8，$d_a=d+2m_n$ 和 $d_f=d-2.5m_n$，则 $m_n=(d_a-d_f)/4.5$，计算出法向模数 m_n。再根据计算出的模数在表 3-6 中选取与其相近的标准模数。

4）根据表 3-8，$d_a=d+2m_n$，计算出分度圆直径 $d=d_a-2m_n$。

5）根据表 3-8，$d=m_nz/\cos\beta$，计算出螺旋角 β，并记下螺旋线的方向。

6）所得螺旋角 β 要与实测的齿轮中心距 a 核对，必须符合

$$a=d_1/2+d_2/2=m_tz_1/2+m_tz_2/2=m_n(z_1+z_2)/(2\cos\beta)$$

7）测量其他各部分尺寸。

8）绘制齿轮零件图。

三、直齿锥齿轮

1. 直齿锥齿轮各部分名称、代号和尺寸关系

直齿锥齿轮通常用于垂直相交轴之间的传动。其各部分名称及代号如图 3-61 所示。

锥齿轮的轮齿分布在圆锥面上，因此轮齿的厚度从大端到小端是逐渐变小的。模数、分度圆直径、齿顶高及齿根高都随之变化。为了便于设计和制造，规定大端的模数为标准模数，它是锥齿轮的基本参数之一；分度圆锥角是锥齿轮的又一基本参数。直齿锥齿轮的各部分尺寸都是根据这两个基本参数来确定的。

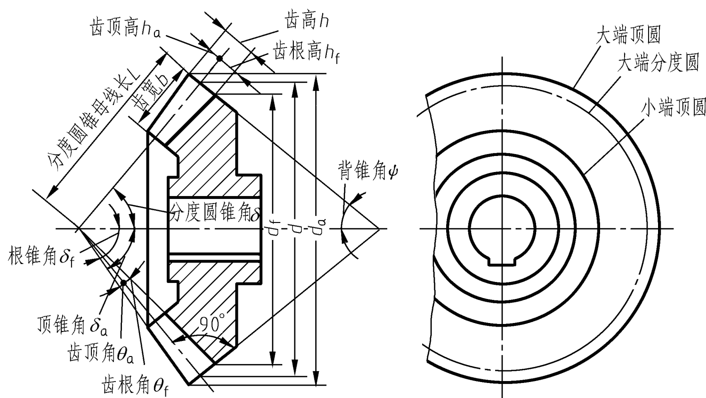


图 3-61　直齿锥齿轮各部分名称及代号

标准直齿锥齿轮（轴线相交成 90°）各部分尺寸的计算公式见表 3-9。

表 3-9　标准直齿锥齿轮的尺寸计算

基本参数：模数 m、齿数 z、分度圆锥角 δ		
名　　称	代　　号	计 算 公 式
齿顶高	h_a	$h_a=m$
齿根高	h_f	$h_f=1.2m$
齿高	h	$h=2.2m$
分度圆直径	d	$d=mz$
齿顶圆直径	d_a	$d_a=m(z+2\cos\delta)$
齿根圆直径	d_f	$d_f=m(z-2.4\cos\delta)$
锥距	R	$R=mz/(2\sin\delta)$
齿顶角	θ_a	$\tan\theta_a=2\sin\delta/z$
齿根角	θ_f	$\tan\theta_f=2.4\sin\delta/z$
分锥角	δ_1、δ_2	$\tan\delta_1=z_1/z_2$，$\tan\delta_2=z_2/z_1$
顶锥角	δ_a	$\delta_a=\delta+\theta_a$
根锥角	δ_f	$\delta_f=\delta-\theta_a$

2. 直齿锥齿轮的画法

（1）单个直齿锥齿轮的画法

1）在投影为非圆的视图中，其画法与圆柱齿轮类似，常采用剖视，轮齿按不剖处理，齿顶线和齿根线用粗实线绘制，分度线用细点画线绘制，如图 3-62d 所示。

2）在投影为圆的视图中，用粗实线绘制出大端和小端的齿顶圆，用细点画线绘制出大端的分度圆，齿根圆以及小端的分度圆不画，如图 3-62d 所示。投影为圆的视图一般也可用仅表达键槽轴孔的局部视图所取代。

单个锥齿轮的绘图步骤如图 3-62 所示。

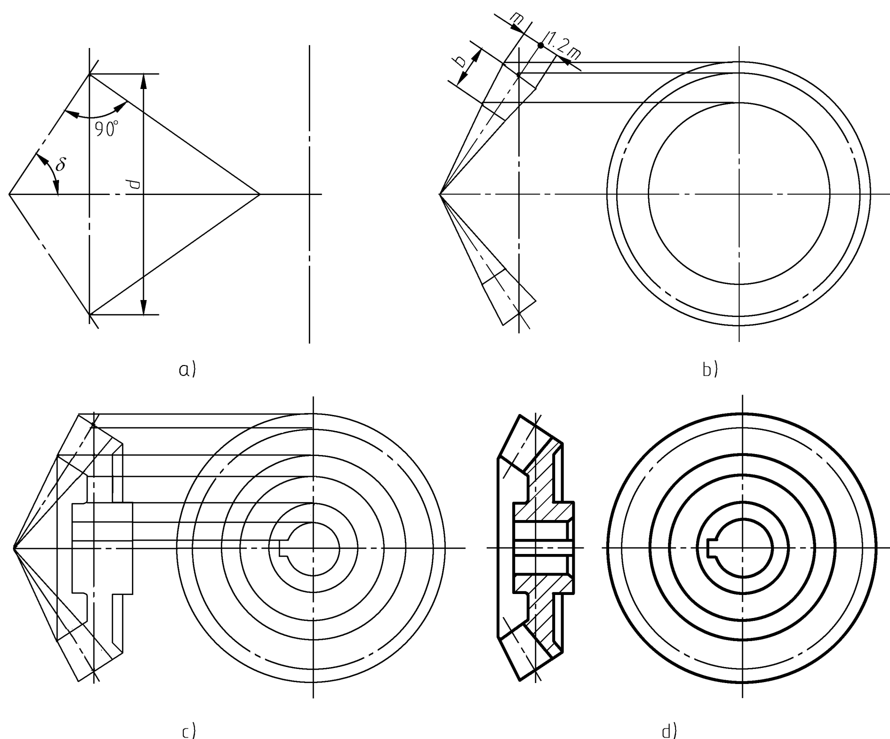


图 3-62　单个锥齿轮的绘图步骤

a）确定分度圆直径和锥角　b）画齿顶线、齿根线，确定齿宽
c）画其他轮廓线　d）画剖面线，加深

（2）直齿锥齿轮的啮合画法

1）在剖视图中，轮齿啮合区的画法与圆柱齿轮啮合的画法相同，即将一个齿轮的齿顶线画成粗实线，另一个齿轮的齿顶线画成虚线或省略不画。齿根线均画成粗实线，如图 3-63a 所示。此视图不采用剖视时，啮合区内的齿顶线和齿根线均省略不画，在节线（标准锥齿轮啮合时，节圆锥与分度圆锥重合）处画一条粗实线，如图 3-63b 所示。

2）在外形视图中，一个齿轮的节线与另一个齿轮的节圆相切，被另一个齿轮遮住的部分不画，如图 3-63b 所示。

锥齿轮啮合画法的绘图步骤如图 3-64 所示。

3. 直齿锥齿轮的测绘

直齿锥齿轮的测绘，主要应确定其基本参数：模数 m、齿数 z 和分度圆锥角 δ，然后根

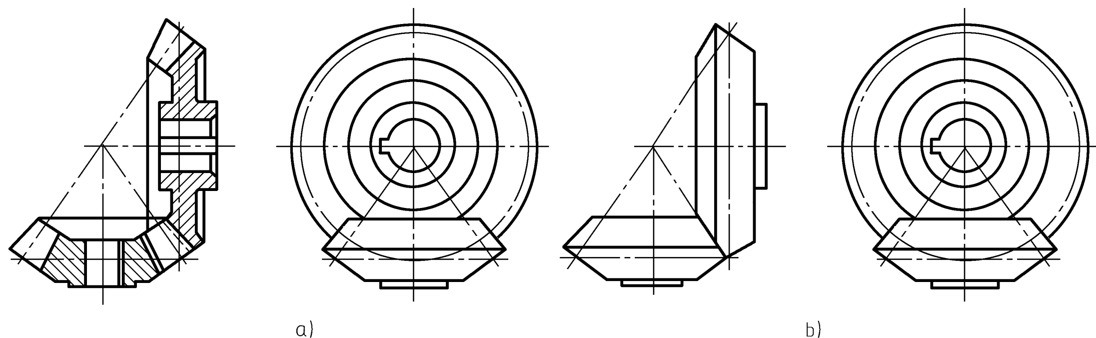


图 3-63　锥齿轮的啮合画法

a）取剖视　b）不剖

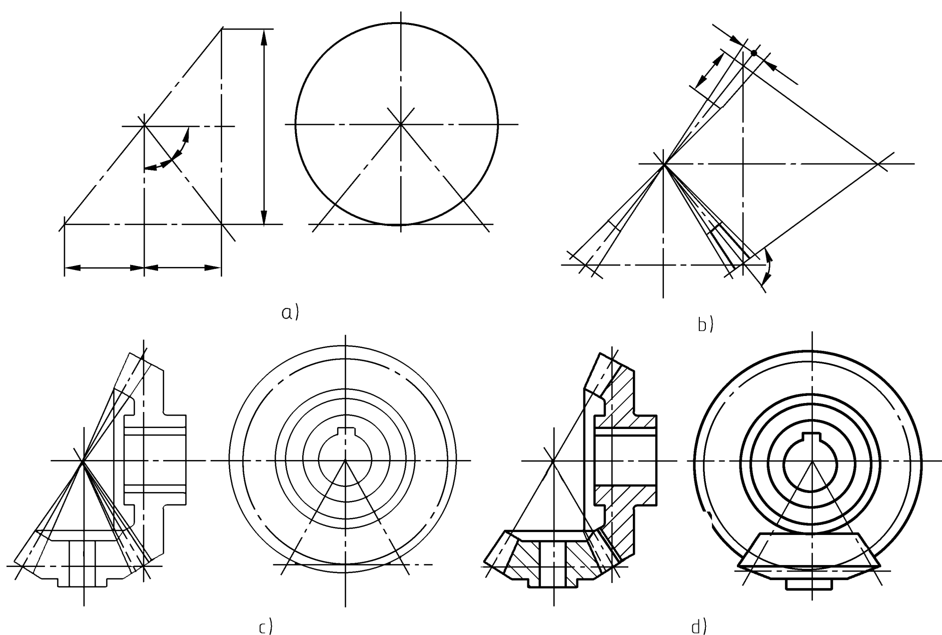


图 3-64　锥齿轮啮合画法的绘图步骤

a）定出节圆和节锥角　b）画齿顶线（圆）和齿根线（圆），并定齿宽

c）画其他轮廓线　d）画剖面线，加深

据表 3-9 中的计算公式，计算出有关的尺寸。其测绘步骤如下：

1）数出被测齿轮的齿数 z。

2）测出大端的齿顶圆直径 d_a。

3）计算出分度圆锥角 δ，一般锥齿轮是成对测绘的，且两轴相交成直角，$\delta_1=\arctan z_1/z_2$，$\delta_2=\arctan z_2/z_1$。

4）根据表 3-9 中的计算公式，$d_a=m(z+2\cos\delta)$，则 $m=d_a/(z+2\cos\delta)$，再根据计算出的模数在表 3-6 中选取相近的标准模数。

5）根据已求得的 m、d_a 和 z，利用表 3-9 中的公式计算出有关的尺寸 d、h、h_a、h_f、d_f 等。

6）测量其他各部分尺寸。

7）绘制齿轮零件图。

四、蜗杆蜗轮

蜗杆蜗轮用来传递空间交叉两轴间的回转运动。最常见的形式是两轴交叉成直角。蜗杆蜗轮的传动比通常可达到40~50，而一般圆柱齿轮或锥齿轮的传动比为1~10。因此，蜗杆蜗轮广泛应用于传动比较大的机械传动中。

1. 蜗杆蜗轮各部分名称、代号和尺寸关系

蜗杆蜗轮各部分名称、代号和尺寸关系参考表3-10、图3-65、图3-66。

标准规定，在一对相互啮合的蜗杆蜗轮中，以蜗杆的轴向模数（轴向齿距除以π）m_x为标准模数，也等于蜗轮的端面模数m_t。蜗轮的螺旋角（相当于斜齿轮的螺旋角）与蜗杆的导程角（即蜗杆齿形的螺旋升角）γ大小相等，方向相同。蜗轮的分度圆直径与轴向模数的比值称为直径系数，用q表示。

2. 蜗杆蜗轮的画法

（1）蜗杆的画法　蜗杆常用局部剖视图或局部放大图来表示齿形，它的规定画法与圆柱齿轮相同，如图3-65所示。

（2）蜗轮的画法　蜗轮的画法与圆柱齿轮的画法类似。在投影为圆的视图中，只需画出最大外圆和分度圆，齿顶圆和齿根圆均不画，如图3-66所示。

在绘图时，注意应先在蜗轮的中间平面上根据中心距a定出蜗杆的中心（即蜗轮的齿顶圆弧和齿根圆弧的中心），再根据d、h_a、h_f、b_2绘制出轮齿部分的投影，如图3-66所示。

表3-10　标准蜗杆蜗轮各部分名称、代号及尺寸计算

基本参数：轴向模数m_x、蜗轮直径系数q、蜗杆头数z_1、导程角γ、蜗轮齿数z_2、端面模数m_t，$m=m_x=m_t$		
名　称	代　号	计算公式
轴向齿距	p_x	$p_x=\pi m$
齿顶高	h_a	$h_a=m$
齿根高	h_f	$h_f=1.2m$
齿高	h	$h=2.2m$
蜗杆分度圆直径	d_1	$d_1=mq$
蜗杆齿顶圆直径	d_{a1}	$d_{a1}=m(q+2)$
蜗杆齿根圆直径	d_{f1}	$d_{f1}=m(q-2.4)$
蜗杆导程	p_z	$p_z=z_1p_x$
导程角	γ	$\tan\gamma=z_1/q$
蜗杆齿宽	b_1	当$z=1\sim2$时，$b_1=(11+0.06z_2)m$ 当$z=3\sim4$时，$b_1=(12.5+0.09z_2)m$
蜗轮分度圆直径	d_2	$d_2=mz_2$
蜗轮喉圆直径	d_{a2}	$d_{a2}=m(z_2+2)$
蜗轮顶圆直径	d_{e2}	当$z_1=1$时，$d_{e2}\leqslant d_{a2}+2m$ 当$z_1=2\sim3$时，$d_{e2}\leqslant d_{a2}+1.5m$ 当$z_1=4\sim6$时，$d_{e2}\leqslant d_{a2}+m$
蜗轮齿根圆直径	d_{f2}	$d_{f2}=m(z_2-2.4)$
蜗轮宽度	b_2	当$z_1\leqslant3$时，$b_2\leqslant0.75d_{a1}$ 当$z_1=4\sim6$时，$b_2\leqslant0.67d_{a1}$
蜗轮齿顶圆弧半径	R_{a2}	$R_{a2}=(d_1/2)-m$
中心距	a	$a=m(q+z_2)/2$

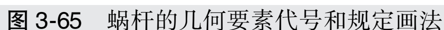


图 3-65　蜗杆的几何要素代号和规定画法

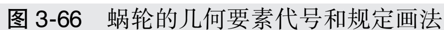


图 3-66　蜗轮的几何要素代号和规定画法

（3）蜗杆蜗轮的啮合画法　蜗杆与蜗轮的啮合画法如图 3-67 所示。

a)　b)

图 3-67　蜗杆与蜗轮的啮合画法

a）外形视图　b）剖视图

在蜗杆投影为圆的外形视图中，蜗轮被蜗杆遮住的部分不画，只画蜗杆的投影。在蜗杆投影为非圆的外形视图中，啮合区内蜗杆的分度线与蜗轮的分度圆应画成相切，蜗杆的齿顶线和蜗轮的最大外圆均用粗实线绘制，蜗杆的齿根线和蜗轮的齿顶圆、齿根圆都省略不画，如图 3-67a 所示。

在蜗杆投影为圆的剖视图中，蜗杆的齿顶圆、齿根圆和蜗轮的齿根线用粗实线绘制，蜗轮被遮住的部分省略不画。在蜗杆投影为非圆的局部剖视图中，在啮合区内，蜗杆的齿根线

和蜗轮的齿根圆用粗实线绘制，蜗杆的齿顶线和蜗轮的最大外圆、齿顶圆均省略不画，如图 3-67b 所示。

3. 蜗杆、蜗轮的测绘

测绘蜗杆、蜗轮时，主要应确定其各基本参数：蜗杆轴向模数 m_x、蜗轮端面模数 m_t、蜗轮直径系数 q、蜗杆导程角 γ（即蜗轮的螺旋角 β）。数出蜗杆头数 z_1 和蜗轮齿数 z_2，然后根据表 3-10 中的公式计算出有关的尺寸。其测绘步骤如下：

1）数出蜗杆头数 z_1 和蜗轮齿数 z_2。

2）测出蜗杆齿顶圆直径 d_{a1}、蜗轮齿顶圆（喉圆）直径 d_{a2} 和蜗轮最大外圆（顶圆）直径 d_{e2}。

3）在箱体上测量出中心距 a。

4）确定蜗杆轴向模数 m_x（即蜗轮端面模数 m_t），有以下三种方法：

① 根据表 3-10 中的计算公式 $h=2.2m_x$，有

$$m=m_x=h/2.2$$

如图 3-68 所示，用深度尺直接测量出蜗杆的齿高 h，则 m_x 即可算出。

② 根据表 3-10 中的计算公式 $d_{a2}=m_t(z_2+2)$，则

$$m=m_t=d_{a2}/(z_2+2)$$

③ 根据 $p_x=\pi m_x$，用图 3-69 所示方法测量蜗杆的轴向齿距 p_x，则

$$m=m_x=p_x/\pi$$

应按以上求出的 $m(m_x、m_t)$ 从表 3-6 中选取与其相近的标准模数。

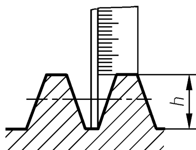


图 3-68　测量蜗杆齿高

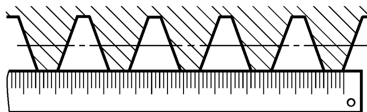


图 3-69　测量蜗杆轴向齿距

5）确定蜗杆导程角 γ（即蜗轮的螺旋角 β），并判定 γ 及 β 的方向。

根据 $\tan\gamma=z_1p_x/(\pi d_1)=z_1m_x/d_1$ 和 $d_1=d_{a1}-2m_x$，则

$$\gamma=\arctan(z_1m_x)/(d_{a1}-2m_x)$$

6）确定蜗轮直径系数 q。根据 $q=d_1/m$ 或 $q=z_1/\tan\gamma$，计算出 q 值，并选取相近的标准值。

7）根据表 3-10 中的计算公式，计算出有关的尺寸。

8）测量出的中心距 a 必须符合

$$a=m_x(q+z_2)$$

9）测量其他各部分尺寸。

10）绘制蜗杆蜗轮零件图。

第七节　弹　　簧

弹簧是一种储能零件，可用于减振、夹紧、回弹和测力等。其特点是受力后能产生较大

的弹性变形，去除外力后立即能恢复原状。弹簧的种类很多，常用的圆柱螺旋弹簧按其工作时的受力情况可分为压缩弹簧、拉伸弹簧和扭转弹簧，如图 3-70 所示。本节只介绍圆柱螺旋压缩弹簧的有关知识和画法。

一、圆柱螺旋压缩弹簧各部分名称和尺寸关系

圆柱螺旋压缩弹簧是用弹簧钢丝绕制而成的，其外形呈螺旋状。在自由状态下中间各圈之间有间隙，两端有适当的圈数被并紧且磨平。

圆柱螺旋压缩弹簧各部分的名称和尺寸关系（图 3-71）：

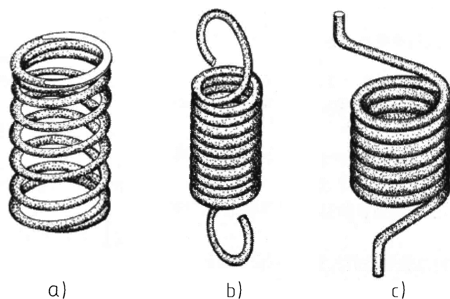


图 3-70　圆柱螺旋弹簧

a）压缩弹簧　b）拉伸弹簧　c）扭转弹簧

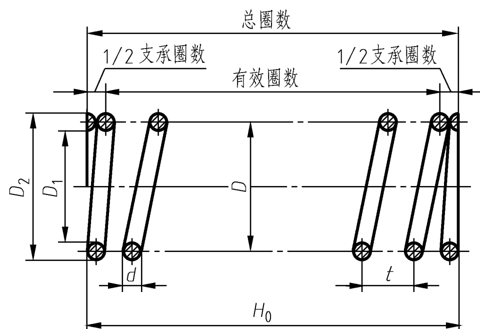


图 3-71　圆柱螺旋压缩弹簧

1）线径 d。它为制造弹簧用的钢丝直径。

2）弹簧外径 D_2。它为弹簧的最大直径。

3）弹簧内径 D_1。它为弹簧的最小直径，$D_1=D_2-2d$。

4）弹簧中径 D。它为弹簧的平均直径，$D=(D_1+D_2)/2=D_1+d=D_2-d$。

5）支承圈数 n_2、有效圈数 n 和总圈数 n_1。为了使压缩弹簧在工作时受力均匀，要求在制造时将两端并紧并磨平，使弹簧的端面与轴线垂直。这并紧且磨平的部分在工作状态下无明显变形，仅起支承作用，称为支承圈。支承圈有 1.5 圈、2 圈和 2.5 圈，常用 2.5 圈。除支承圈外，保持相等节距的圈数，称为有效圈数。支承圈数与有效圈数之和称为总圈数，即 $n_1=n_2+n$。

6）节距 t。它为相邻两有效圈上对应点间的轴向距离。

7）自由高度 H_0。它为弹簧在不受外力作用时的高度或长度，即

$$H_0=nt(n_2-0.5)d$$

8）簧丝展开长度 L。它为制造弹簧时所需金属丝的长度，即

$$L\approx n_1\sqrt{(\pi D)^2+t}$$

二、圆柱螺旋压缩弹簧的画法

GB/T 4459.4—2003《机械制图　弹簧表示法》规定了圆柱螺旋压缩弹簧的画法。

1. 单个圆柱螺旋压缩弹簧的画法

根据需要，圆柱螺旋压缩弹簧可画成视图、剖视图和示意图，如图 3-72 所示。

1）在平行于螺旋弹簧轴线的投影面的视图中，弹簧各圈的轮廓应画成直线。

2）螺旋弹簧均可画成右旋，对必须保证的旋向要求应在“技术要求”中注明。

3）螺旋压缩弹簧的两端并紧且磨平时，不论支承圈的圈数为多少和末端贴紧情况如何，均应按图 3-72 所示形式绘制。

4）有效圈数在四圈以上的螺旋弹簧中间部分可以省略。圆柱螺旋弹簧中间部分省略后，允许适当缩短图形的长度。

圆柱螺旋压缩弹簧的具体绘图步骤如图 3-73 所示。

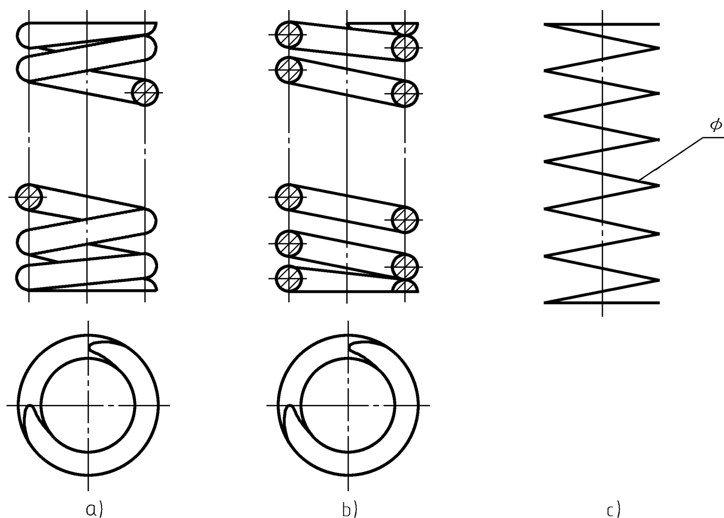


图 3-72　圆柱螺旋压缩弹簧的画法

a）视图　b）剖视图　c）示意图

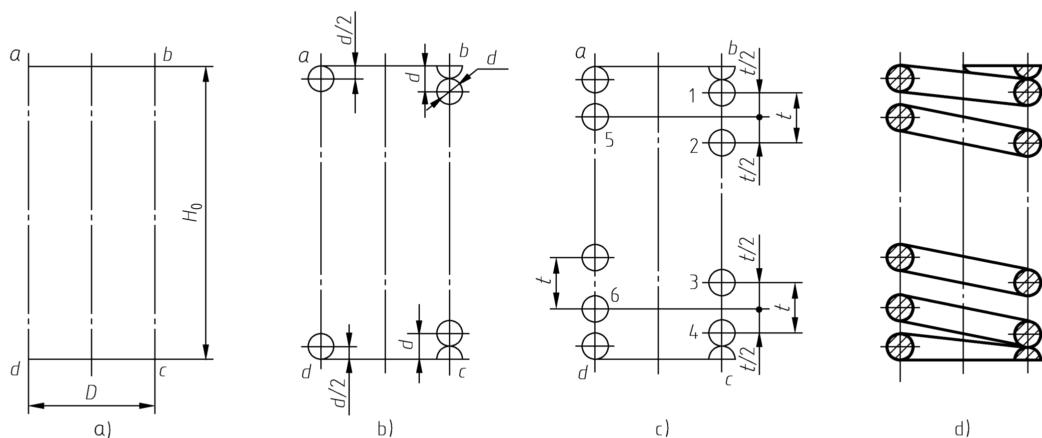


图 3-73　圆柱螺旋压缩弹簧的具体绘图步骤

1）根据计算出的 H_0、D，画出弹簧轴线，作矩形 $abcd$，如图 3-73a 所示。

2）根据 d 画出两端支承圈，如图 3-73b 所示。

3）根据 t 画出中间各圈，如图 3-73c 所示。

4）按右旋画直线与各对应圆相切，可画成外形图或剖视图，并加深，如图 3-73d 所示。

2. 圆柱螺旋压缩弹簧在装配图中的画法

1）在装配图中，被弹簧挡住的结构一般不画，可见部分应从弹簧的外轮廓线或从弹簧

钢丝断面的中心线画起，如图 3-74a 所示。

2）弹簧钢丝直径（或厚度）在图形上等于或小于 2mm，允许用示意图表示，如图 3-74b 所示。当弹簧被剖切时，也可用涂黑表示，如图 3-74d 所示。

3）被剖切弹簧的截面尺寸在图形上等于或小于 2mm，并且弹簧内部还有零件时，为了便于表达，可用图 3-74c 所示的形式表示。

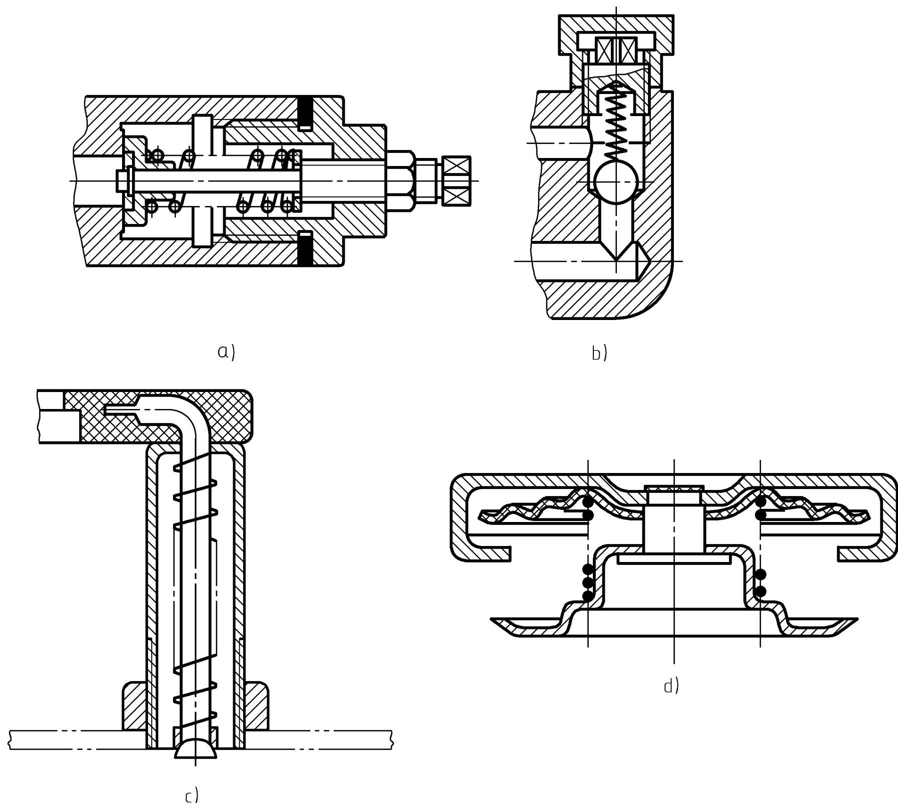


图 3-74　装配图中圆柱螺旋压缩弹簧的画法

a）弹簧的画法　b）、c）弹簧的示意画法　d）尺寸较小弹簧的画法

思　考　题

1. 螺纹的基本要素有哪几个？它们的含义是什么？内、外螺纹旋合连接的条件是什么？
2. 如何绘制螺纹（包括内、外螺纹及其旋合连接）？
3. 常用的标准螺纹有几种？如何标注及查表？
4. 常用的螺纹紧固件有哪几种？如何标记？如何根据规定标记查阅有关标准？
5. 螺栓、螺柱和螺钉的公称长度 l 是如何确定的？它们连接的装配画法有哪些规定？
6. 键、销、滚动轴承如何标记？如何根据规定标记查得其他尺寸？试述其装配时的规定画法。
7. 一对标准圆柱齿轮能够啮合的基本条件是什么？试述圆柱齿轮及其啮合的规定画法（外形图、剖视图）。在啮合区内，绘图时的注意事项有哪些？
8. 试述圆柱螺旋压缩弹簧的规定画法。在装配图中，圆柱螺旋压缩弹簧有哪些简化画法？

第四章

零　件　图

第一节　概　　述

一台机器或一个部件，都是由若干零件按照一定的装配关系和技术要求装配组成的。表达机器或部件的图样称为装配图，表达单个零件的图样称为零件图。装配图和零件图统称为机械图。

在生产中，加工制造各种不同形状的机器零件的主要依据是零件图。机器零件的生产过程，一般是先根据零件图中对零件材料和数量的要求进行备料，然后按图样中零件的形状、尺寸与技术要求进行加工制造。同时，还要根据图样上的全部技术要求，检验被加工零件是否达到规定的质量标准。由此可以看出，零件图是生产中进行加工制造与检验零件质量的重要技术文件。

一张完整的零件图应包括以下四项内容：

1. 表达零件形状的一组视图

表达零件的形状，要综合运用视图、剖视图、断面图等，选定能够清楚表达零件结构形状的一组视图。如图 4-1 所示的支架，它是采用主视图、左视图（均做局部剖视）和 *A—A* 移出断面图来表示的。

2. 确定零件各部分形状大小和相对位置的一组尺寸

视图只表示零件的形状，要确定零件形状的大小和相对位置，还必须标注一组尺寸。为了保证生产的顺利进行和看图方便，标注尺寸要求做到完整、正确、清晰、合理。图 4-1 中所注尺寸有定位尺寸 170、135、101、40 等和定形尺寸 $\phi50$、$\phi72$、$R25$ 等。

3. 保证零件质量的技术要求

标注或说明零件在制造或检验中应达到的一些要求。一部分用符号直接注写在图上，如图 4-1 中尺寸的极限偏差 $101^{+0.3}_{+0.1}$ 和 $\phi50H7$、几何公差符号 |// |0.06|B|、表面结构符号、$\sqrt{Ra\ 1.6}$、$\sqrt{Ra\ 6.3}$、$\sqrt{\ }$（○）等；另一部分用文字填写在标题栏上方或图样空白处，如图 4-1 中的时效处理等。

4. 标题栏

标题栏中要填写零件的名称、材料、比例、件数，此外还有制图、校对、审批人的姓名、单位和日期等。

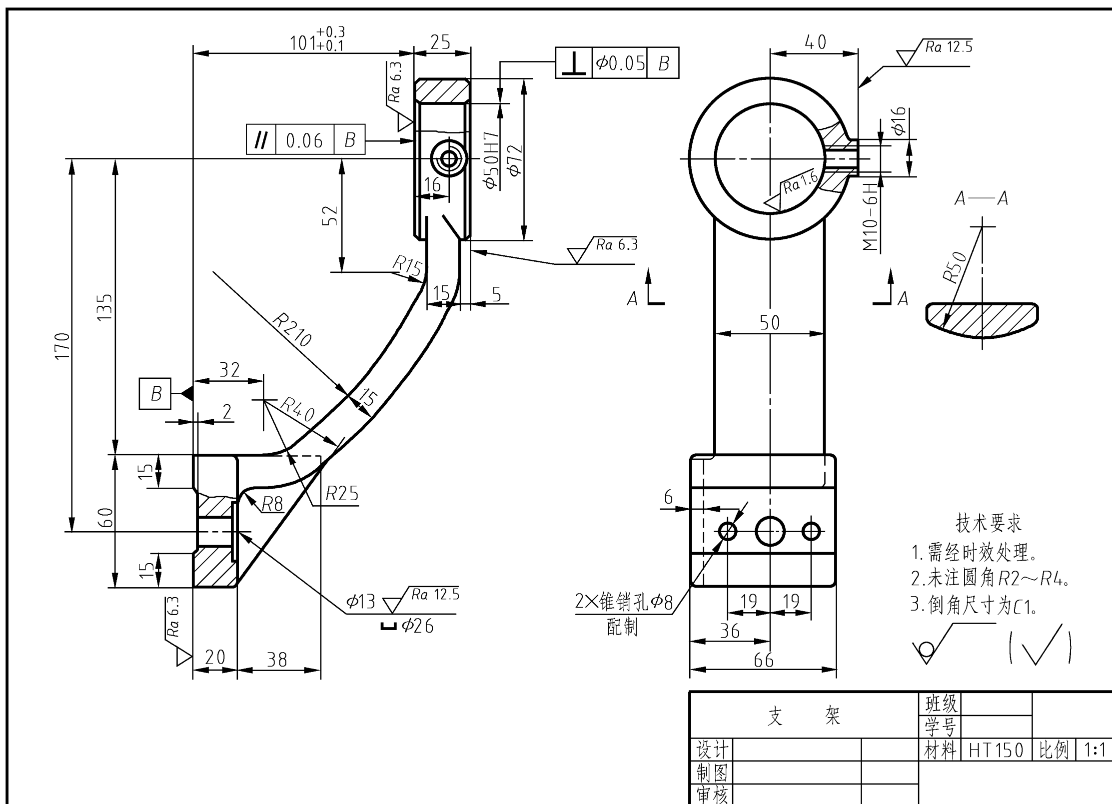


图 4-1　支架零件图

第二节　零件图的视图选择和表达方案

画零件图时，要灵活运用机件的表达方法，选取一组恰当的视图，完整、清晰地表达零件的结构形状，在方便看图的前提下，力求视图精练，制图简便。为了达到以上要求，首先应对该零件进行结构分析，了解它的作用，在此基础上确定表达方案。表达方案包括主视图的选择、其他视图的数量和表达方法的选择等。

一、主视图的选择

主视图是零件一组视图中信息量最多的视图，主视图的选择是否恰当将直接影响其他视图的选择，影响看图是否方便，甚至影响画图时图幅的合理利用。在选择主视图时要考虑以下两个方面：

1. 零件的摆放方式

（1）反映零件的加工状态　零件的摆放位置应尽量反映零件的主要加工状态，即主视图要按零件在机床上的主要加工状态画出。如图 4-2 和图 4-3 所示，轴的主视图是将轴线水平放置，符合轴在车床上装夹和加工时的位置，便于加工时看图和测量尺寸。

对于轴套类和轮盘类等一些结构相对简单、加工工序较少的零件，通常选择其加工位置作为主视图的位置。

（2）反映零件的工作状态　主视图可以反映零件在机器中的工作状态。有些零件结构复杂，加工工序较多，需要在各种不同的机床上加工，加工时装夹的位置又经常变化，不便于按加工位置确定主视图，这时主视图可考虑反映该零件在机器上的工作状态。这样选择主视图便于与装配图直接对照，有利于机器的装配工作。

对于叉架类和箱体类零件，主视图一般反映其工作状态，如图 4-1 和图 4-4a所示。

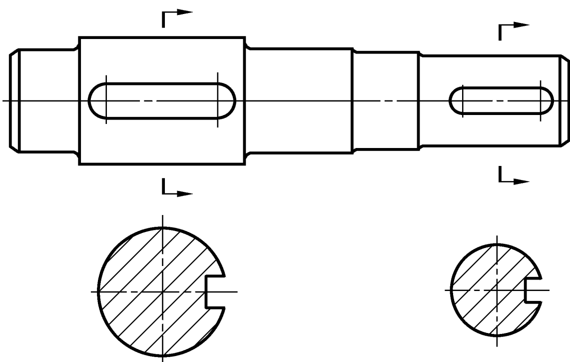


图 4-2　蜗轮轴视图

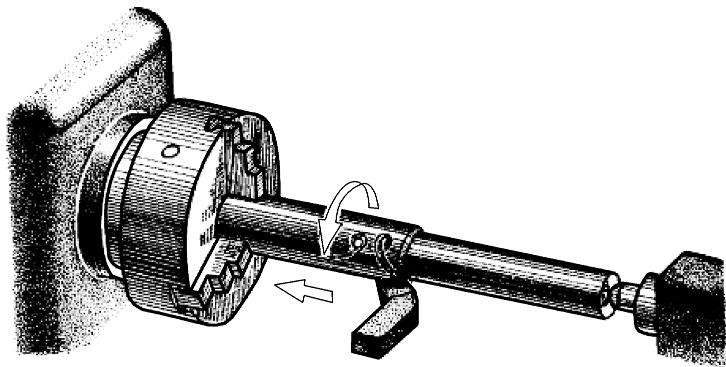


图 4-3　轴加工时的位置

2. 主视图的投射方向

主视图的投射方向必须最能反映零件的形状特征，即能比较明显地反映出该零件各部分结构的形状及其相对位置。

如图 4-4 所示，从车床尾座主视图投射方向的选择中可以看出，图 4-4a 所示的主视图投射方向要比图 4-4b 所示的主视图投射方向反映的结构形状要明显得多。

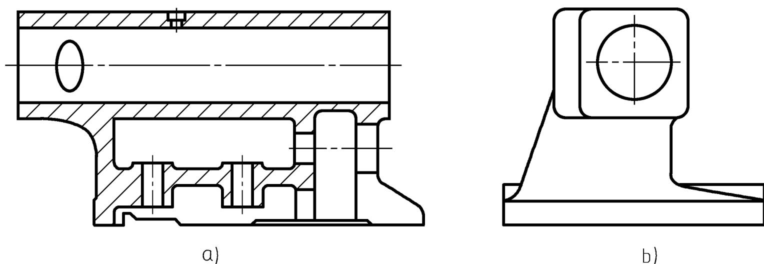


图 4-4　主视图选择方案的比较

综上所述，主视图的选择应反映该零件在机床上的主要加工状态或反映该零件在机器中的工作状态，同时能够反映零件的结构形状特征。

二、其他视图的选择

选择其他视图时，应配合主视图，以完整、清晰地表达出零件的结构形状为原则，按其结构逐一分析选取所需视图，最后调整、修改，使视图配置得当，方便看图。为此，在选择其他视图时，应考虑以下几个问题：

1）尽量选用基本视图并在基本视图上做适当的剖视等表达方法，表达零件主要部分的内部结构。

2）为表达零件的局部形状或倾斜部分的内形，在采用局部视图或斜剖视图时，应尽可能按投影关系配置在有关视图附近。

3）对于细小结构，可采用局部放大图。

4）每一个视图都应有表达的重点，各个视图要互相配合、补充，而不是简单地重复。

在确定视图表达方案时，可对多种方案进行比较，然后改进，最后从中选取最佳的表达方案。

三、表达方案举例

根据上述零件的表达方案和视图选择原则的分析，现以手压润滑油泵泵体为例，介绍选择零件表达方案的步骤。

1. 对零件进行结构分析

图 4-5 所示为手压润滑油泵泵体的立体图，它是手压润滑油泵的主体零件。由图 4-5 可见，泵体可分解为顶板、圆筒、支持架、安装板、竖板、凸台、肋板七个部分。顶板用于安装防护罩，圆筒是中空的，上部装有活塞，在下部和侧面凸台孔内加工有螺纹，装有空心螺栓和弹簧等，与进、出油管相连。支持架上加工有通孔，与手柄连接，支承手柄的上、下运

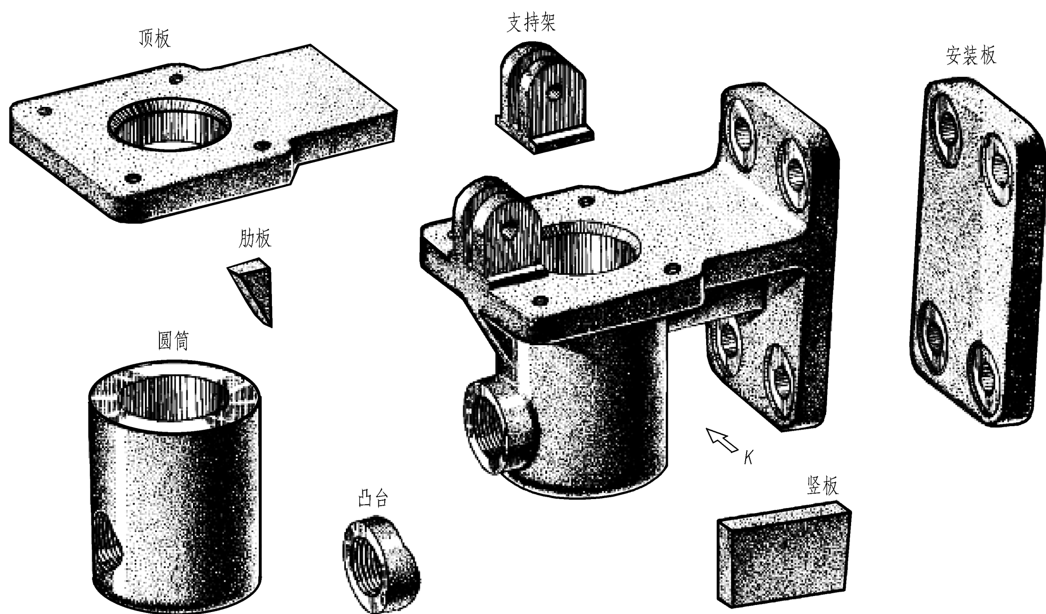


图 4-5 手压润滑油泵泵体立体图

动。安装板位于顶板的右侧，四个角上有用于安装手压润滑油泵的沉孔，为增加顶板与圆筒、安装板之间的连接强度，设有肋板和竖板。

2. 选择主视图

如上所述，箱体类零件的主视图一般都按工作状态摆放，而其投射方向则应明显地反映出零件各部分的结构形状和相对位置。按此原则，选择图 4-5 中的 *K* 向（即由前向后）作为主视图的投射方向。主视图采用全剖视图，可清晰地反映泵体内腔、支持架两耳板间缺口、顶板、安装板和竖板、圆筒左侧三角形肋板等结构的形状及其相对位置，如图 4-6 所示。在主视方向上，泵体的外部表面形状简单，内部表面形状复杂，采用全剖视的表达方法是合适的。在主视图上还画出了安装板圆孔的局部剖视图，这种表达方法主次分明、结构清晰，同时也减少了视图的数量。

3. 选择其他视图

在主视图的基础上选用俯视图，以表示顶板的形状及其上螺纹孔的大小和位置。由于在俯视方向上安装板为倾斜结构，因此俯视图采用了省略安装板的简化画法，采用斜视图 *A* 向旋转表示安装板的形状和各圆孔间的位置关系。左视图用来反映支持架与顶板之间的相对位置、顶板螺纹孔以及支持架圆孔的形状和尺寸。在表达方案一中，对耳板圆孔和顶板螺纹孔进行局部剖视，这两个结构位置靠近，集中在一个局部剖视图中是合适的。对竖板的厚度选用了 *B*—*B* 移出断面表示。由此泵体的各部分结构都表达清楚了。全部视图如图 4-6 所示。

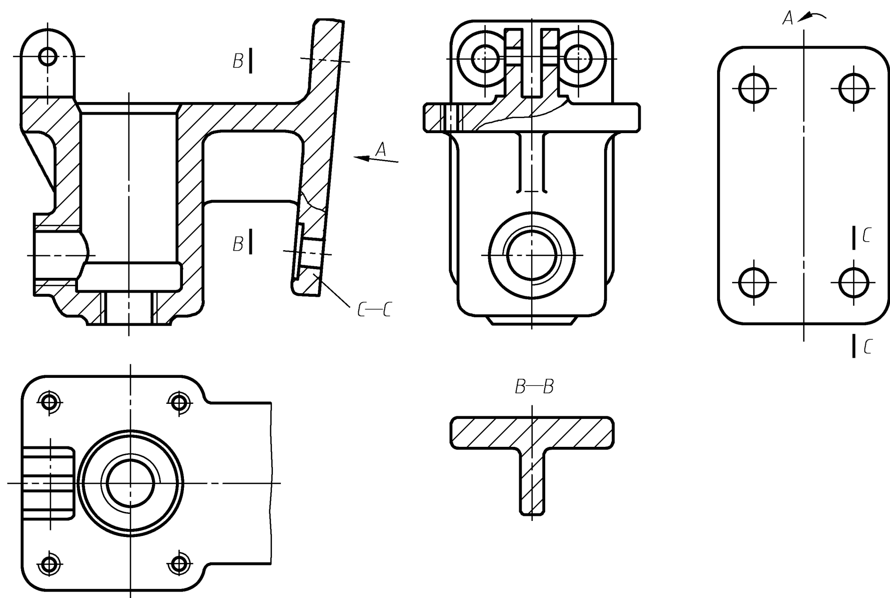


图 4-6　泵体表达方案一

零件的表达方案可以多种多样，上述泵体的表达方案不是唯一的。图 4-7 所示为泵体的另一种表达方案。方案一中视图、剖视图和断面图共五个，方案二中共七个视图。显然前者视图配置比较集中，各视图表达的目的比较明确。而后者视图配置比较零碎，不如前者清晰、易于看懂。因此，在确定零件的表达方案时，应考虑多种表达方案并加以比较，选取一个比较清晰的方案。

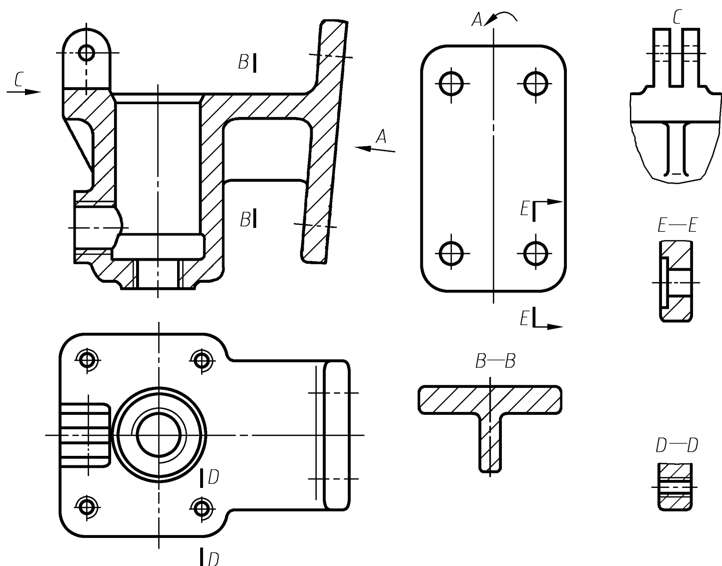


图 4-7　泵体表达方案二

第三节　零件图的尺寸标注

零件图中的尺寸标注除了要符合前面所述的尺寸完整、标注清晰，并符合国家标准规定之外，还要尽量标注合理。

尺寸标注的合理性主要体现在：

1）保证达到设计的要求。

2）便于加工和测量。

为了做到合理，在标注尺寸时，必须了解零件的作用，在机器中的装配位置及采用的加工方法等，从而选择恰当的尺寸基准，结合具体情况合理地标注尺寸。

一、基准及尺寸分类

1. 基准

基准是指确定零件上几何元素位置的一组点、线、面，它是标注尺寸的起点。

根据使用不同，一般将基准分为设计基准和工艺基准。

（1）设计基准　设计基准是指确定零件在机器或机构中正确位置而使用的基准。如图 4-8 所示，蜗轮轴的基准 *B* 为设计基准，它的装配情况如图 4-9 所示。

（2）工艺基准　工艺基准是指为保证零件的制造精度，在加工零件时使用的基准。如图 4-8 所示，轴的基准 *A* 为工艺基准，此基准方便测量。轴线既是设计基准又是测量径向尺寸的工艺基准。

任何一个零件都有长、宽、高三个方向的尺寸，因而在每一个方向上至少应当选择一个基准，这些基准一般称为主要基准。除主要基准外，为了测量的方便，还要附加一些基准，

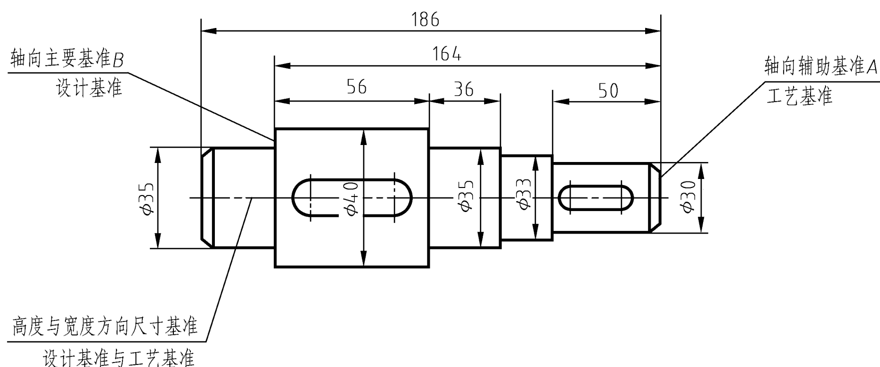


图 4-8 轴的尺寸基准

称为辅助基准。主要基准和辅助基准之间应有尺寸联系，如图 4-8 中的尺寸 164。图 4-8 中指出了蜗轮轴三个方向的主要基准。

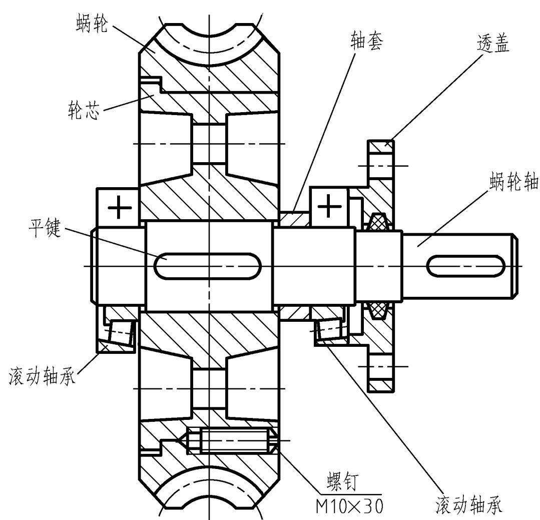


图 4-9 蜗轮轴系图

2. 尺寸分类

按照零件图上尺寸的作用，尺寸可分为功能尺寸和非功能尺寸两类。

（1）功能尺寸 功能尺寸是指保证零件在机器或机构中具有正确位置和装配精度的尺寸。这类尺寸直接影响产品的性能，如零件的规格尺寸、配合尺寸、连接尺寸、安装尺寸等。

（2）非功能尺寸 非功能尺寸是指一般用来保证零件的力学性能（如强度、刚度等），满足工艺上（如退刀槽、凸台、凹坑、沟槽等）、质量上、装饰上以及使用、装拆方便要求的尺寸。

根据零件的几何特征，尺寸又可分为定形尺寸和定位尺寸。区分定形、定位尺寸有利于保证尺寸的完整性。

二、基准的选择

通常由设计基准引出的尺寸，能够保证零件在机器中的正确位置，达到较好的装配精度，从而满足机器的性能要求。由工艺基准引出的尺寸，能使零件与加工工艺联系起来，方便加工和测量。因此，最优的方案是把两种基准统一起来，做到同时满足两者的要求。若两者不能统一，则功能尺寸由设计基准引出，非功能尺寸可考虑加工和测量的方便，由工艺基准引出。

选择基准时，要注意以下问题：

1）通过分析零件在机器中的作用及装配定位关系，确定设计基准；分析零件的加工过程，确定工艺基准。

图 4-8 中蜗轮轴的尺寸基准是通过分析图 4-9 所示的蜗轮轴系的装配结构确定的。其轴线是高度和宽度方向的尺寸基准，即径向尺寸的基准。为了使轴转动平稳，轮齿啮合正确，主要径向尺寸 $\phi40$、$\phi35$、$\phi30$ 要求在同一轴线上，因此设计基准就是轴线。由于加工时两端用顶尖支承，因此轴线也是工艺基准。工艺基准与设计基准重合时，加工后的尺寸容易达到设计要求。为了保证蜗轮与蜗杆啮合的准确，选用安装蜗轮的轴的左端面 *B* 作为轴向设计基准，尺寸 56、36、164 由 *B* 面注出。轴向尺寸从端部起测量比较方便，故以右端面 *A* 为工艺基准，以它作为辅助基准标注尺寸 50。使两个基准直接联系起来的尺寸是 164。

2）对称件的基准一般应选择在对称面或对称中心线上，其尺寸不由对称中心线引出，应标注成对称尺寸。

图 4-10 所示为轴承盖的零件图，从图中可以看出轴承盖的结构左、右对称，且前、后对称。因此，对称面 *A* 既是设计基准，又是工艺基准，*A* 面是长度方向的主要基准，尺寸 $\phi60H8$、$\phi65$、90f9、90 等都是以 *A* 面为基准标出的。宽度方向以对称面 *C* 为主要基准，尺寸 40、65f9 是以 *C* 面为基准标出的。

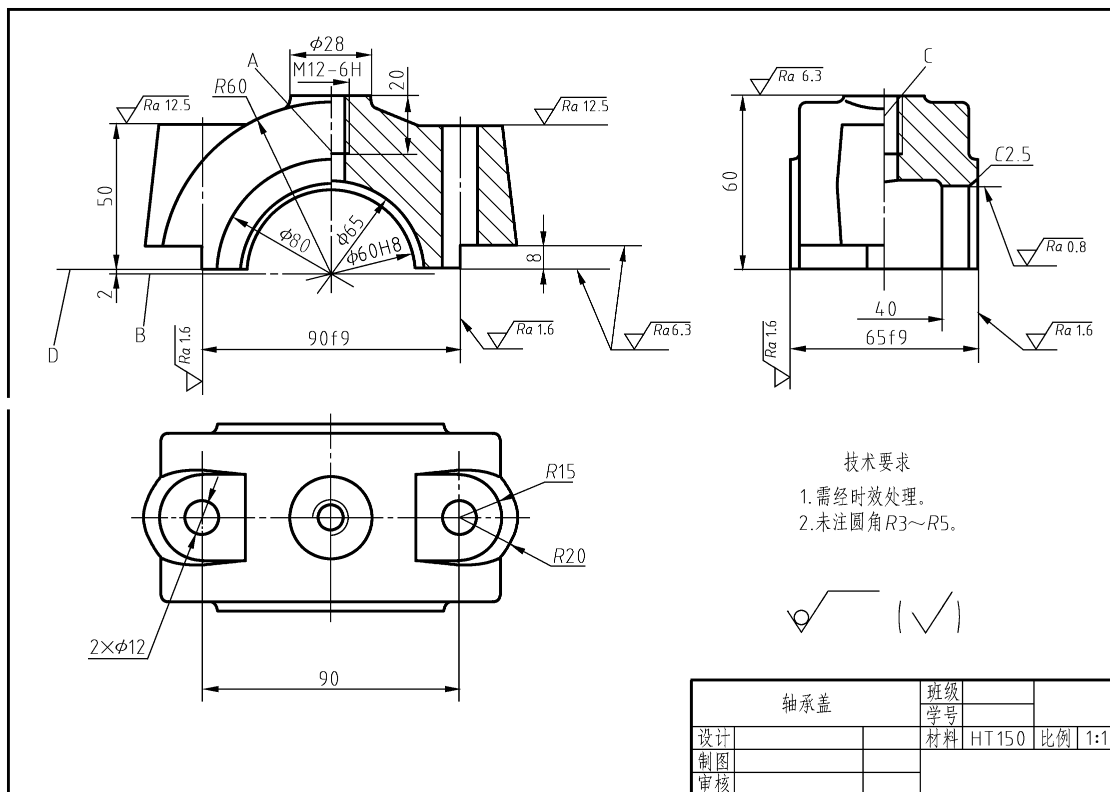


图 4-10　轴承盖零件图

通过以上分析可知，作为基准的线和面是：

1）零件上主要回转面的轴线。

2）零件结构中的对称面。

3）零件的主要支承面和装配面。

4）零件的主要加工面。

三、合理标注尺寸的注意事项

1. 零件图上的功能尺寸一定要直接标出

如前所述，功能尺寸直接影响零件的装配精度和使用性能，所以必须优先保证，直接标出。图 4-11 所示蜗轮轴的零件图，参照图 4-9 不难看出，轴上有配合要求的尺寸 ϕ35h6、ϕ40m6、ϕ30m6 和保证蜗轮装配位置的尺寸 56、36、164 都是主要功能尺寸，应直接从设计基准引出。如图 4-10 所示，轴承盖的配合尺寸 ϕ60H8，确定盖与座准确装配位置的尺寸 90f9、65f9，安装尺寸 90，与其他零件有连接关系的尺寸 M12，高度方向设计基准 *B* 与工艺基准 *D* 之间的联系尺寸 2 都是功能尺寸，应直接标出。

2. 标注尺寸时，要考虑工艺要求

在满足零件设计要求的前提下，标注尺寸应尽量符合零件的加工顺序和测量方便。非功能尺寸可以按便于加工、测量的原则进行标注。

1）零件上不同加工方法所用的尺寸要分开标注，并尽可能集中在一起。一个零件通常要经过几种加工方法才能完成。在标注尺寸时，最好将不同加工方法所用的尺寸分开标注，同一工艺工序的尺寸应尽量集中注写。图 4-11 所示的蜗轮轴的轴向尺寸主要是在车床上加工的，轴上的键槽是在铣床上加工的，将轴向尺寸标在主视图的上方，而键槽的尺寸标在主视图的下方和移出断面上，这样看图比较方便。

2）标注尺寸要考虑测量方便。图 4-11 和图 4-21 所示的轴和轴孔上的键槽尺寸的标注形式较便于测量。图 4-12b 所示零件的尺寸标注形式，其加工和检验都不方便，而图4-12a 所示的标注形式，就便于测量。

3）毛坯面和加工面之间的尺寸标注应将毛坯面尺寸单独标注，并且只使其中一个毛坯面和加工面联系起来。如图 4-13a 所示，其加工面通过尺寸 *A* 仅与一个不加工面发生联系，其他尺寸都标注在不加工面之间，这种注法是正确的。如图 4-13b 所示，加工面与三个不加工面之间注有尺寸，在切削该加工面时，当切去一层金属后，则所有尺寸都同时改变，而且不可能同时达到所标注的每个尺寸的要求。此外，以这种形式标注尺寸，在制造、验收毛坯时，尺寸要重新换算，很不方便，因此，这种注法是错误的。

3. 零件图中的尺寸不允许注成封闭尺寸链

把某轴的结构简化成一个由三段圆柱组成的阶梯轴，如图 4-14 所示。各段长度分别为 *A*、*B*、*C*，总长为 *D*。如图 4-14 所示，按一定顺序依次连接起来排成的尺寸标注形式称为尺寸链。组成尺寸链的各个尺寸称为尺寸链的环。按加工顺序来说，在一个尺寸链中，总有一个尺寸是在加工最后自然得到的，这个尺寸称为封闭环。尺寸链中的其他尺寸称为组成环。如果尺寸链中的所有各环都注上尺寸而成为封闭形式，则称为封闭尺寸链。如尺寸从端面 *P* 起经尺寸 *A*、*B*、*C* 到端面 *Q*，再经尺寸 *D* 回到端面 *P*，即构成封闭的尺寸链。

零件的各段尺寸加工不可能绝对准确，总有一定误差，为了保证设计要求和工艺上的可能，一般给予一定的允许误差，即尺寸变动的范围。

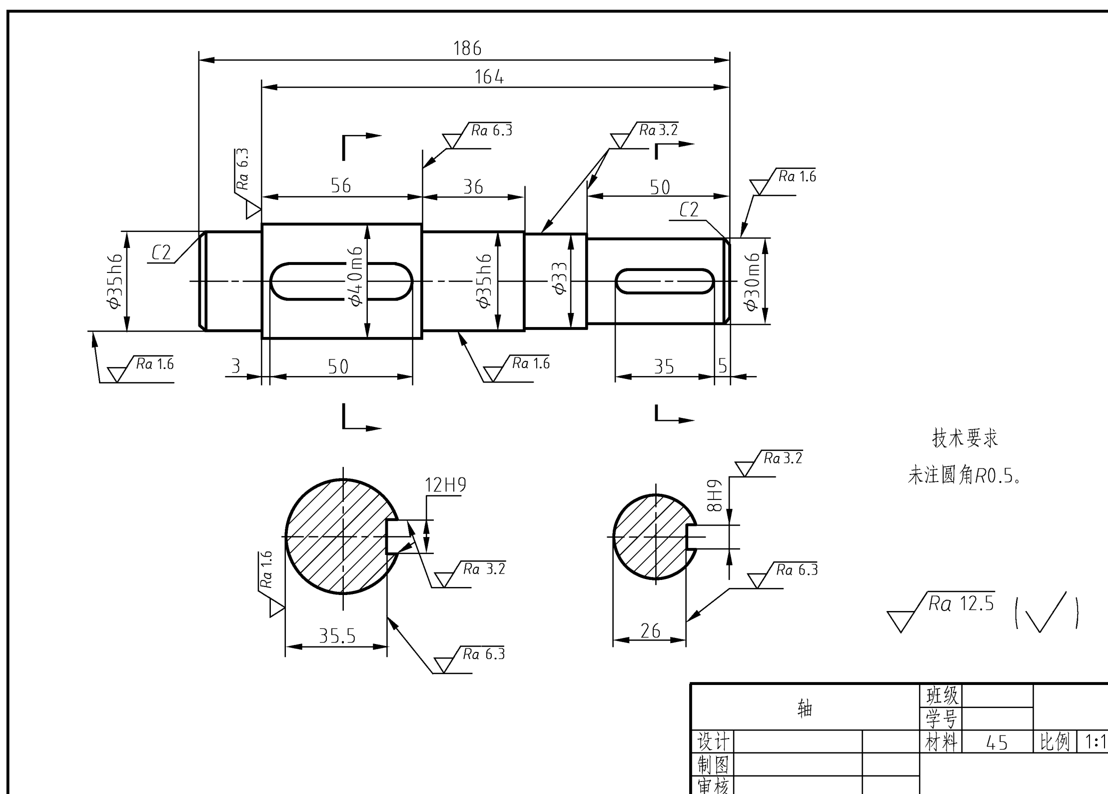


图 4-11　蜗轮轴零件图

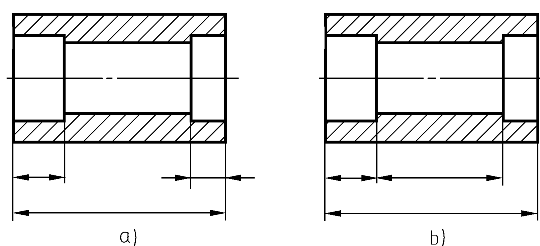


图 4-12　套筒尺寸标注

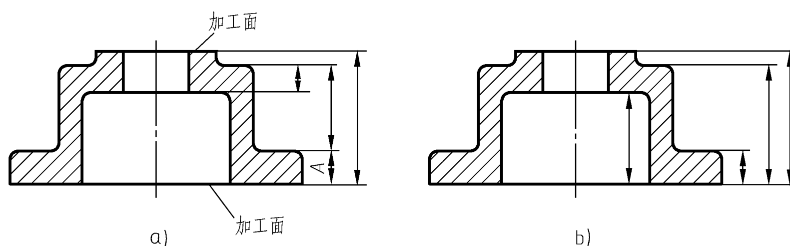


图 4-13　毛坯面、加工面尺寸联系

如果以尺寸 D 作为封闭环，那么封闭环的误差和组成环的误差之间存在一定关系。由于各段尺寸 A、B、C 都可能加工成上极限尺寸或下极限尺寸，则

$$A_{max}+B_{max}+C_{max}=D_{max}$$
$$A_{min}+B_{min}+C_{min}=D_{min}$$

两式相减得

$$(A_{max}-A_{min})+(B_{max}-B_{min})+(C_{max}-C_{min})=(D_{max}-D_{min})$$

即
$$\Delta A+\Delta B+\Delta C=\Delta D$$

由此可知，当尺寸 D 作为封闭环时，尺寸 D 的误差将是尺寸 A、B、C 各段误差的总和，这个误差随着组成环的增多而加大，因此，要保证尺寸 D 在一定误差范围内，则尺寸 A、B、C 的允许误差的总和就不能超过 D 的允许误差。组成环越多，各段尺寸允许误差就越小，即尺寸精度越高，因而提高了成本。因此，通常将尺寸链中允许有最大误差的尺寸作为封闭环，不注尺寸或注上尺寸加上括号作为参考尺寸，使制造误差都集中到这个封闭环上，从而保证其他各环的尺寸精度，降低加工成本。以 A 作为封闭环的尺寸注法如图 4-15 所示。

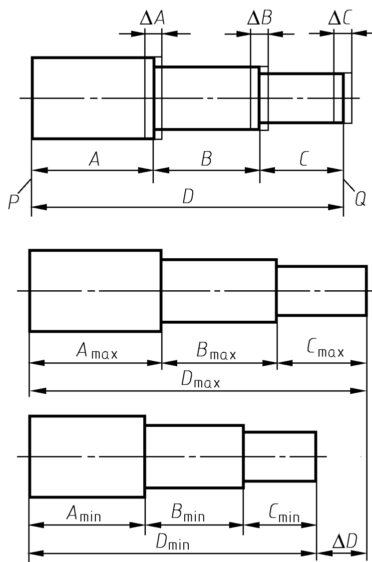


图 4-14 封闭尺寸链

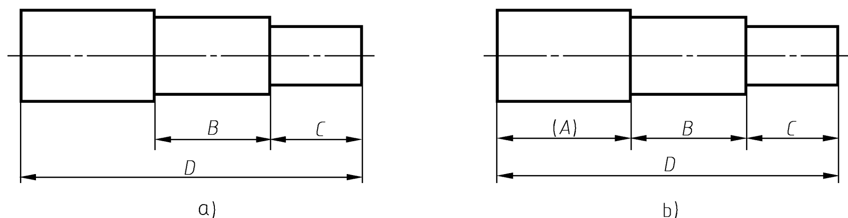


图 4-15 封闭环不注尺寸

四、标注零件尺寸的方法和步骤

1）分析零件在机器中的装配定位关系和加工过程，选择尺寸基准。

2）按设计要求标注功能尺寸，主要功能尺寸从设计基准引出。

3）考虑工艺要求，标注非功能尺寸。

4）用形体分析法和结构分析法补全和检查尺寸。注意尺寸配置要清晰，标注方法和尺寸数值要符合标准规定。

第四节 典型零件的零件图分析

根据零件结构形状的特点和用途，大致可分为轴套类、轮盘类、叉架类和箱体类四类典型零件。它们在视图表达和尺寸标注方面虽有共同原则，但各有不同特点，下面对它们的零件图分别做简要分析。

一、轴套类零件

1. 轴类零件

（1）轴类零件的结构分析　轴类零件是机器中最常见的一种零件，它在机器中起着支承和传递动力的作用。图 4-16 所示为一齿轮泵的主动轴立体图。从图中可以看出，轴的主体是由几段不同直径的圆柱、圆锥体所组成的，构成阶梯状。轴上加工有键槽、螺纹、挡圈槽、倒角、中心孔等结构。为了传递动力，轴上装有齿轮、带轮，利用键来连接，因此轴上有键槽；为了防止齿轮轴向窜动，装有弹簧挡圈，故加工有挡圈槽；为了便于轴上各零件的安装，在轴端加工出倒角；轴端的中心孔是供加工时装夹和定位用的。总之，这些局部结构都是为了满足设计和工艺上的要求而设计的。

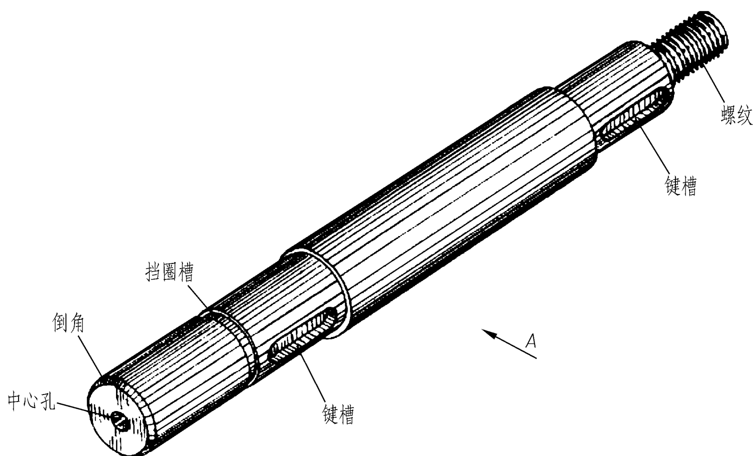


图 4-16　齿轮泵主动轴立体图

（2）轴类零件的视图表达

1）主视图的选择。为了加工时看图方便，轴类零件的主视图按其加工状态进行选择，一般将轴线水平放置，垂直轴线方向作为主视图的投射方向，使它符合车削和磨削的加工位置，如图 4-17 所示。在主视图上，清楚地反映了阶梯轴的各段形状及相对位置，也反映了轴上各种局部结构的轴向位置。

2）其他视图的选择。轴上的局部结构一般采用断面图、局部剖视图、局部放大图、局部视图来表达。这里用移出断面反映键槽的深度，用局部放大图表达挡圈槽的结构。

（3）轴类零件的尺寸标注

1）选择基准。轴的径向尺寸以轴线作为主要基准，轴向尺寸以端面作为主要基准。如图 4-17 所示，在 ϕ18m6 处装有齿轮，为保证齿轮的正确啮合，以 ϕ18m6 处的右端面作为主要基准，为便于测量，以轴的左、右端面作为辅助基准。各基准之间由尺寸 57 和 172 相联系。

2）按设计要求直接标注功能尺寸。在图 4-17 中，轴的配合尺寸 ϕ18m6、ϕ18f6、ϕ20f6、ϕ16m6，保证齿轮、带轮在轴上装配的定位尺寸 32、57、24、43 和键槽尺寸都是功能尺寸，可直接标出。轴向主要功能尺寸 32、57 直接从主要基准引出。轴中间部分的长度

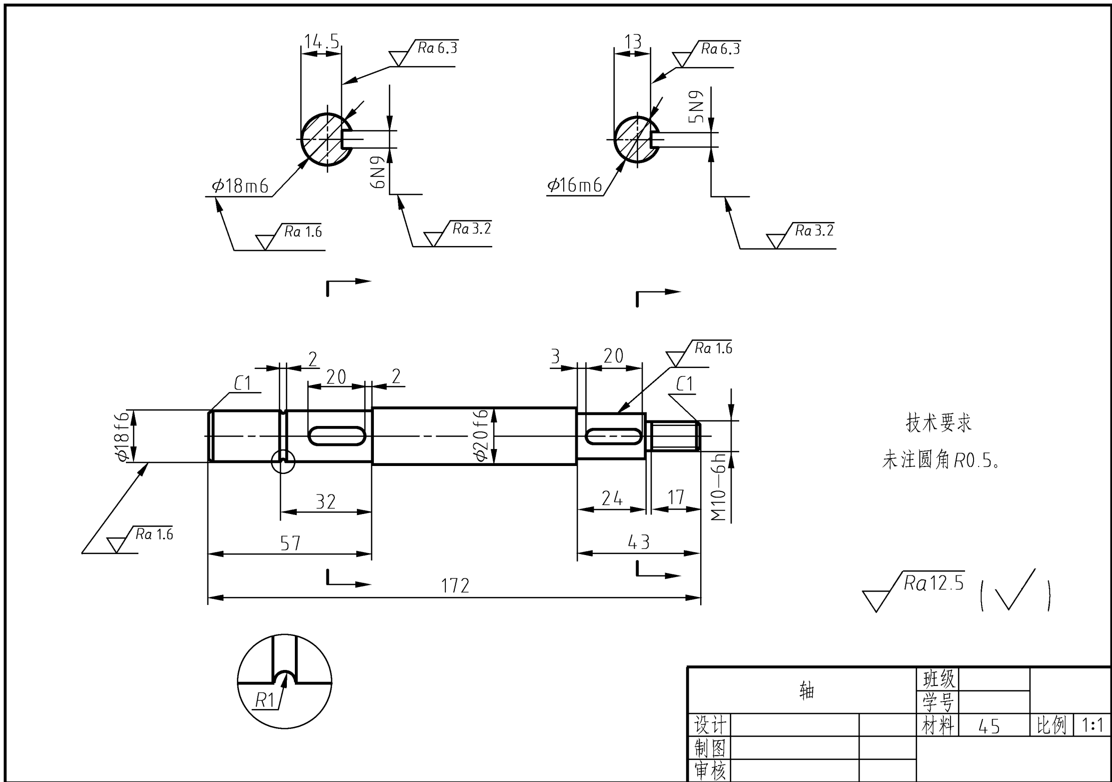


图 4-17 主动轴零件图

尺寸不太重要，可不标注，可作为轴向尺寸误差的积累，避免出现封闭的尺寸链。

3）考虑方便加工和测量标注局部结构尺寸。轴上的局部结构比较多，为了有步骤地注全尺寸，可按零件的自然结构逐个分析，先标注每个结构的定位尺寸，再标注其定形尺寸，如图 4-17 中左、右两键槽的定位尺寸 2、3 和长度尺寸 20。

值得注意的是：若轴类零件是空心的，则其视图应全剖表达。

2. 套类零件

对于套筒类零件，其主要结构多由回转体组成，与轴类零件的不同之处在于套筒类零件是空心的，因此，主视图常采用轴线水平放置的全剖视图来表示，如图 4-18 所示。套筒上的一些局部结构，其表达方法与轴的表达方法相同。套筒类零件的径向尺寸以轴线为主要基准，轴向尺寸以端面为主要基准，有关尺寸标注可参照图例。

二、轮盘类零件

1. 结构分析

这类零件的基本形状是扁平的盘状，主体部分是回转体，大部分是铸件，如各种齿轮、带轮、手轮、减速器的一些端盖、齿轮泵的泵盖等都属于这类零件。图 4-19 和图 4-21 所示分别为带轮的立体图与零件图，图 4-20 和图 4-22 所示分别为手轮的立体图与零件图，图

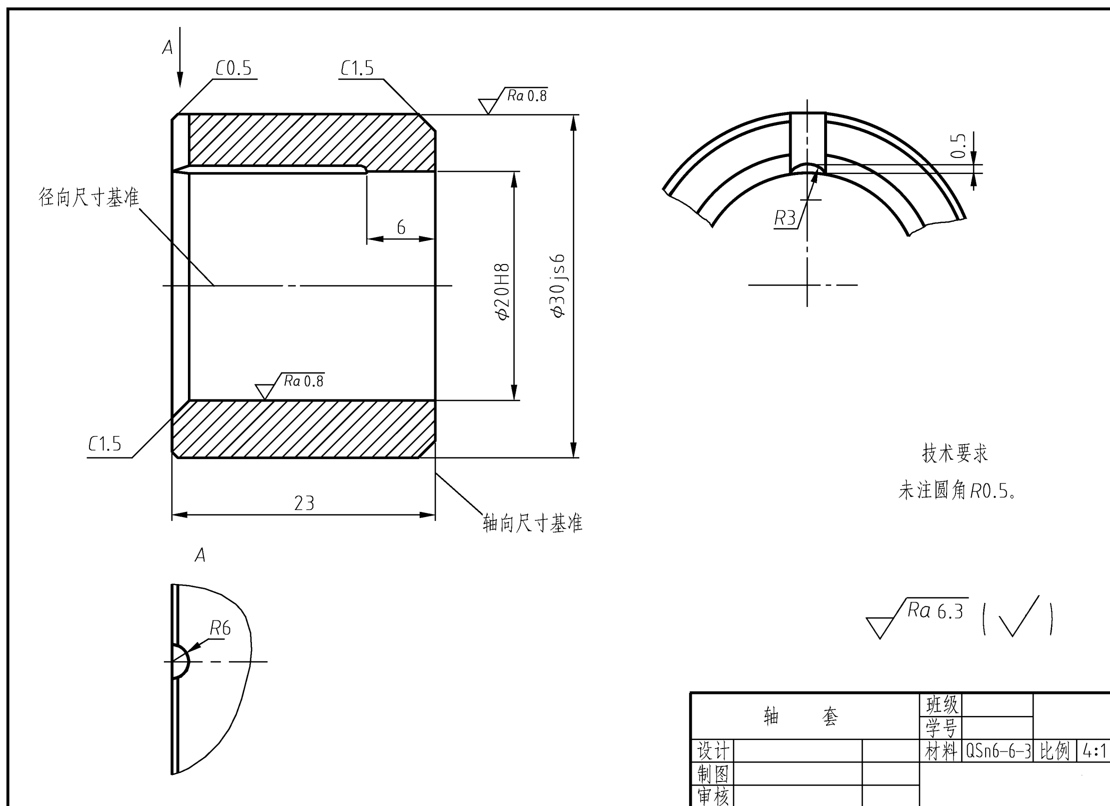


图 4-18　套筒类零件工作图

4-23所示是透盖的零件图。轮盘类零件一般由轮毂、轮缘、轮辐（或辐板）三部分组成，如图 4-19 所示。轮毂部分是中空的圆柱体或圆锥体，孔内一般加工有键槽，用于与轴连接并传递动力。轮缘部分加工有轮槽或轮齿等结构，与外界相连传递动力。轮辐是轮毂与轮缘相连接的部分，轮辐可以制成辐条和辐板两种形式。为减轻重量和便于装卸，辐板上常加工有孔。

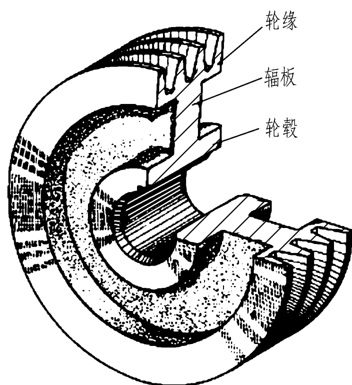


图 4-19　带轮立体图

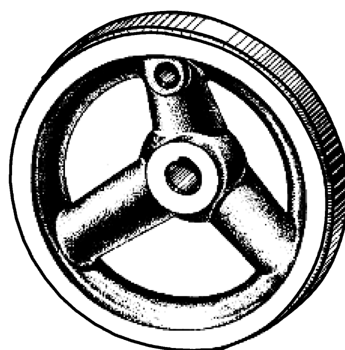


图 4-20　手轮立体图

2. 视图表达

（1）主视图的选择 根据上述轮盘类零件的结构特点，主要加工表面以车削为主，因此在表达这类零件时，其主视图经常是将轴线水平放置，并做全剖视，如图 4-21 所示。主视图清楚地反映了带轮轮毂、轮缘、辐板三个组成部分的相对位置，同时也表达了轮缘、轮毂的断面形状和辐板的厚度。

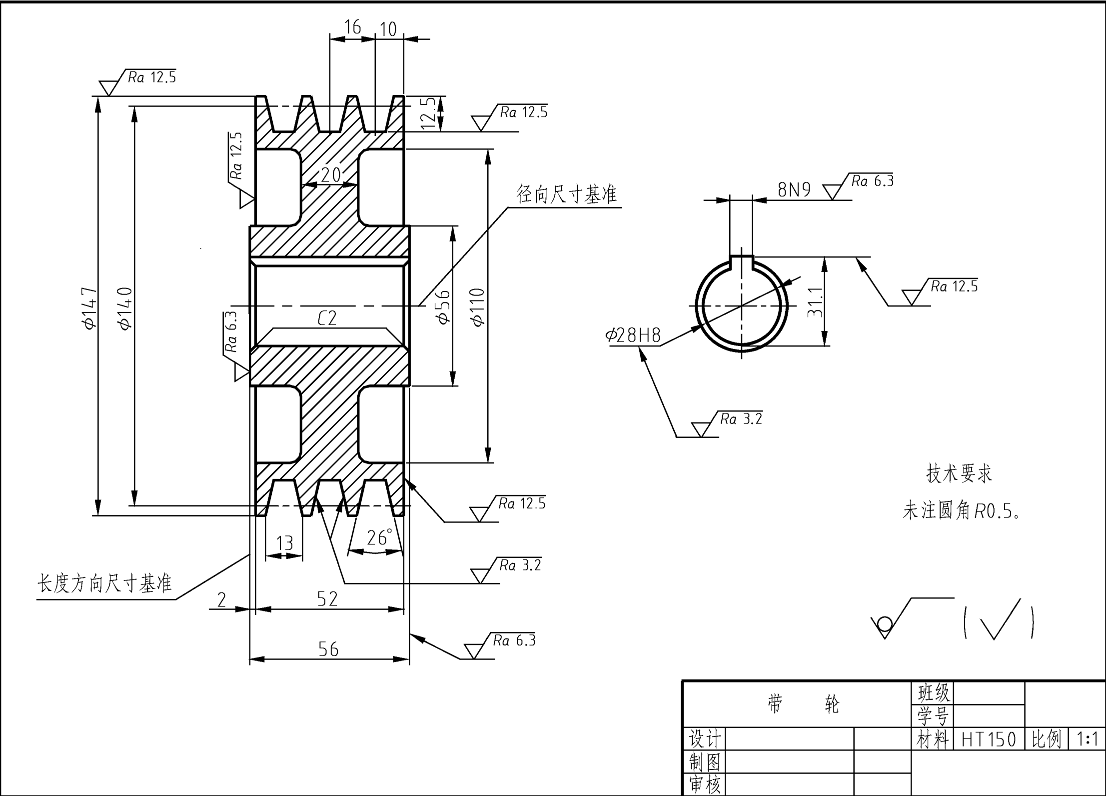


图 4-21 带轮零件图

在图 4-20 和图 4-22 中，手轮的三个轮辐呈辐射状均匀分布。按国家标准《技术制图》的规定，当零件回转体上均匀分布的肋、轮辐、孔等结构不处于剖切平面上时，可将这些结构旋转到剖切平面上，再剖切画出其剖视图。为了表示装手柄的圆孔，在主视图上采用了局部剖视的方法。

（2）其他视图的选择 其他视图一般还需要一个左视图，用以表示轮辐的分布、辐板上的孔、键槽的尺寸及位置等，有些局部结构还常用移出断面图或局部放大图来表示。

图 4-22 用左视图表达手轮轮辐的数量、宽度及键槽的宽度和深度，并用 *A—A* 移出断面图表达轮辐的断面形状。

图 4-23 所示为铣刀头部件上的透盖零件图，采用主、左两视图和一局部放大图表示。主视图将轴线水平放置，这与它在车床上的加工位置相同。该图采用全剖视方法，表达了透盖的主要结构。左视图反映了透盖上沉孔的分布位置，密封槽用局部放大图绘出。

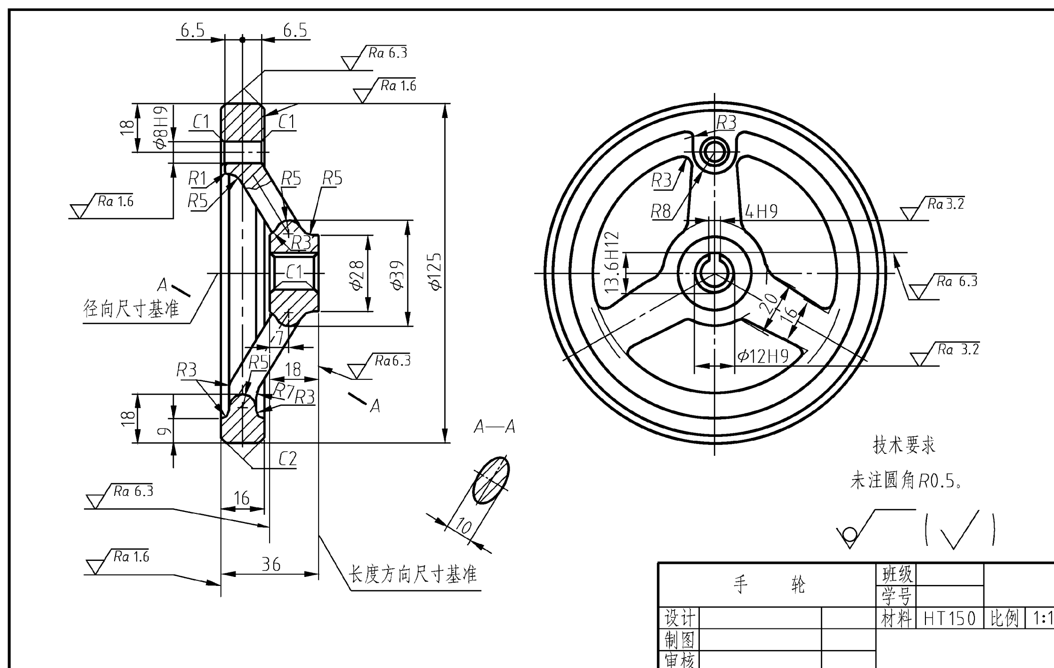


图 4-22 手轮零件图

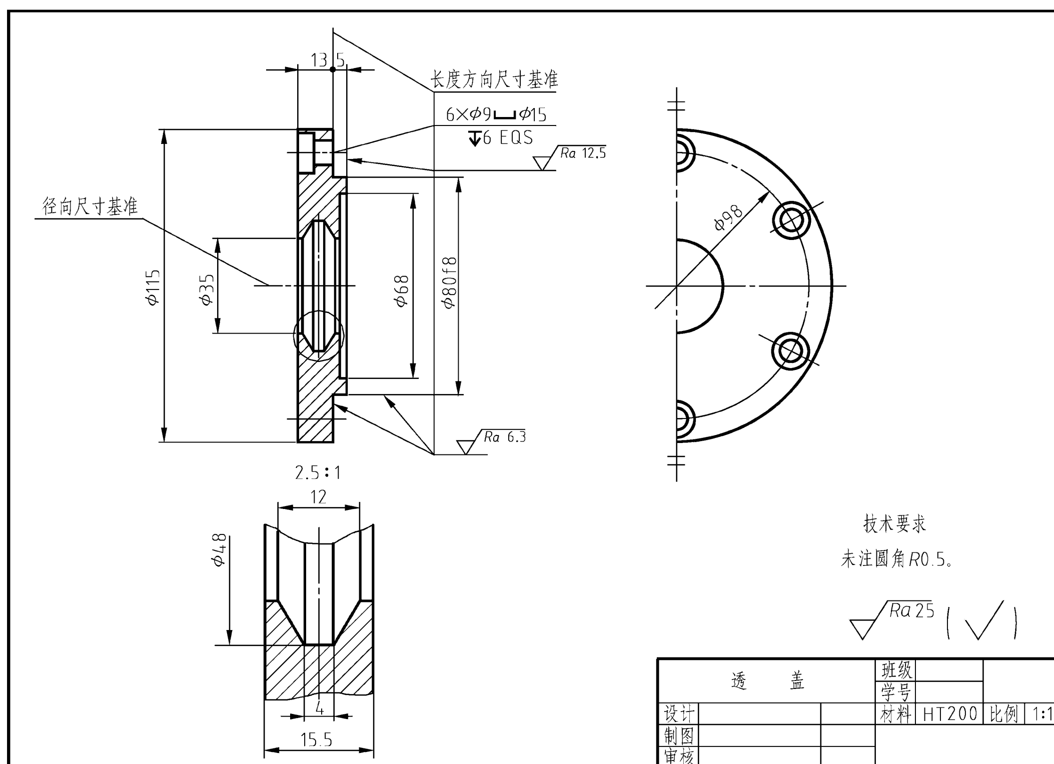


图 4-23 透盖零件图

在图 4-21 中带轮的主视图已经把主要结构表达清楚了，左视图仅表示轮毂上孔和键槽的尺寸。

3. 尺寸标注

轮盘类零件的尺寸主要有径向尺寸和长度方向尺寸。径向尺寸以轴线为主要基准，而长度方向通常以端面为主要基准。图 4-21 中带轮的轴线为径向尺寸的主要基准，轮毂的左端面为长度方向的主要基准。

轮盘类零件的尺寸大部分集中在主视图上标注，而把键槽和轴孔尺寸、辐板上孔的分布及大小等尺寸标注在投影为圆的左视图上，对于一些局部结构尺寸也可标注在断面图及局部放大图上，如图 4-21 ~ 图 4-23 所示。

三、叉架类零件

1. 结构分析

叉架类零件包括拨叉、支架、连杆等零件。这类零件多数形状不规则，结构比较复杂，毛坯多为铸件，经多道工序加工制成。

叉架类零件一般由三部分构成，即支持部分、工作部分和连接部分。连接部分多为肋板结构，且形状弯曲、扭斜的较多。支持部分和工作部分的细部结构也较多，如圆孔、螺孔、油槽、油孔等。图 4-24 所示是铣床上的拨叉，它由套筒、弯杆、肋和叉组成。

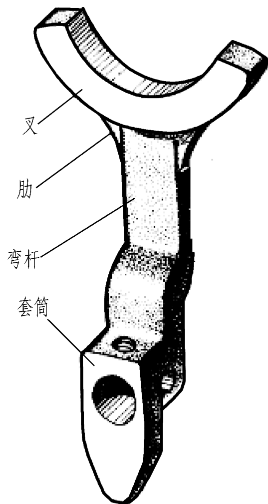


图 4-24 拨叉

2. 视图表达

（1）主视图的选择 由于叉架类零件加工工序较多，其加工状态经常变化，因此在选择主视图时，主要考虑零件的形状特征和工作状态。

拨叉在铣床中的位置是倾斜放置的，但画图时一般都把零件主要轮廓放置为垂直或水平位置。图 4-25 所示为将拨叉竖直放置时的零件图。

（2）其他视图的选择 这类零件常需要两个或两个以上的基本视图，为了表达零件上的弯曲或扭斜结构，还要选用斜视图、斜剖视图、断面图和局部视图等表达方法。图 4-25 所示拨叉的套筒部分内部有孔，在主视图上用剖视表达较为合适，但如果用全剖视表达，将不能表示肋板的宽度，故主视图采用局部剖视的方法。左视图着重表示了叉、套筒的形状和弯杆的宽度，并用移出断面表示弯杆断面形状。

3. 尺寸标注

这类零件的形状不规则，通常以便于加工的原则选择基准，常以孔的轴线、零件的对称面和加工的端面作为尺寸基准。图 4-25 所示的拨叉零件，其长度方向以主视图中套筒的左端面为主要基准，宽度方向以拨叉的对称面为主要基准，高度方向以套筒轴线为主要基准。

按设计要求，功能尺寸需直接标注，如拨叉零件的高度定位尺寸 $160_{-0.5}^{\ 0}$、长度定位尺寸 42.5、圆弧尺寸 $R38\pm0.025$、配合尺寸 $\phi20N7$ 及 16b11、连接尺寸 M10 都是功能尺寸，需要直接标注。又因为其套筒轴线和叉两部分间的相对位置最为关键，所以高度定位尺寸从

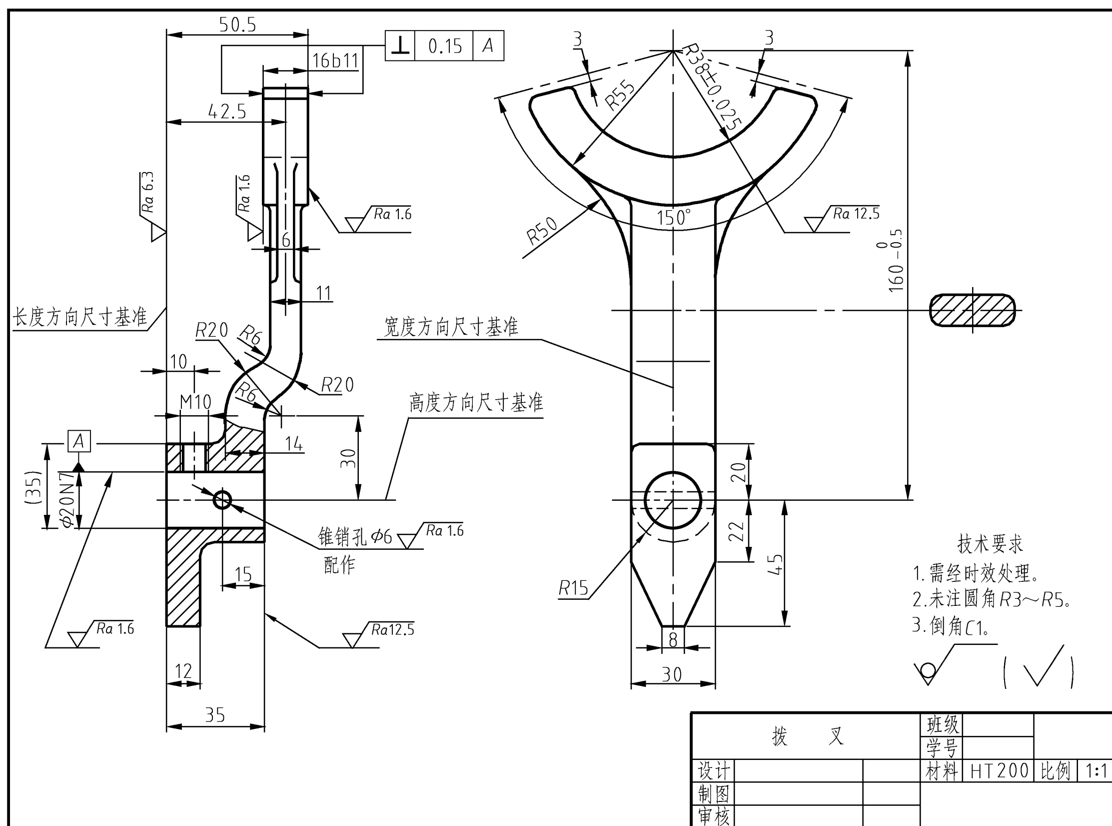


图 4-25　拨叉零件图

高度基准标出，长度定位尺寸从长度基准标出，宽度方向以对称面为基准，标注各对称尺寸。

其他尺寸可按自然结构，按先套筒和叉，后弯杆和肋的顺序注全其定形尺寸和定位尺寸。

四、箱体类零件

1. 结构分析

箱体类零件主要用于支承、包容其他零件，因此其内外结构都比较复杂，一般为铸件。如泵体、阀体、减速器的箱体等都属于这类零件。图 4-26 所示是齿轮泵泵体的立体图，从图中可看出，泵体由带有阶梯孔的主体部分、安装板、支承板三部分组成。主体部分设计成长圆形的柱体，内腔能容纳一对相互啮合的齿轮，齿轮由轴支承，上孔装从动轴，下孔装主动轴，因此泵体做成带有阶梯状的凸台。为防尘，泵体右端与压盖连接，凸台上下加工有螺纹孔。为了和泵盖连接，泵体的左端面上加工有用于固定泵盖的螺纹孔及销孔。安装板设计成长方体，上面有两个沉孔与机器相连接。为加强泵体的强度，支承板设计成 T 字形，将主体与安装板连接起来。

2. 视图表达

（1）主视图的选择　由于箱体类零件形状复杂，加工工序较多，加工位置不尽相同，

但箱体在机器中的工作位置是固定的，因此，箱体的主视图常反映其工作状态及形状特征。为清晰地表达箱体内部结构，常采用剖视的方法。如图4-27所示，泵体的主视图是按其工作位置*A*向（图4-26）来选择的，并采用局部剖视的方法。这不但清楚地反映了泵体的内部结构及左、右端面螺纹孔和销孔的深度，而且明显地反映了泵体三个组成部分的相对位置。

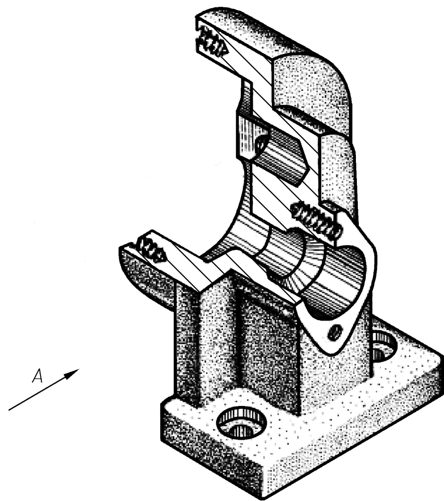


图4-26　齿轮泵泵体立体图

（2）其他视图的选择　其他视图是为补充主视图在表达上的不足而选定的，每个视图要有表达的重点。图4-27中共有三个基本视图和一个*A—A*剖视图。左视图进一步表明了泵体的内外形状以及左端面上螺纹孔和销孔的分布位置及大小，还采用了局部剖视表达进、出油孔的大小及位置。右视图重点表明了泵体右端面凸台的形状。而*A—A*剖视图反映了安装板的形状、沉孔的位置以及支承板的断面形状。这样一组视图可完整、清晰地表达泵体的内外形状。

3. 尺寸标注

箱体类零件的尺寸一般较多，标注尺寸时，除对箱体进行结构分析外，还应当有一个正确的标注方法和步骤。

其具体步骤如下：

（1）选择基准　确定箱体类零件长、宽、高三个方向的主要基准时，应尽量减少箱体在加工时的装夹次数，通常选择箱体的安装面、设计上要求的轴线、与其他零件的接合面、箱体的对称面及端面等作为基准。

如图4-27所示，泵体三个方向的尺寸基准如下：

1）长度方向的主要基准。选择泵体在主视图中的左端面为长度方向的主要基准，因为左端面是泵体与泵盖的装配接合面，以它为基准能保证长度方向的尺寸精度。

2）高度方向的主要基准。高度方向有两个功能尺寸，底面到主动轴孔的中心高76mm，它是加工时确定主轴孔位置的尺寸；两轴孔的中心距为（48±0.5）mm，它是影响齿轮啮合性质，保证齿轮泵质量的规格尺寸。加工时，首先加工底面，然后以底面为基准加工主动轴孔，再以主动轴孔的轴线为基准加工从动轴孔。这样，在高度方向就出现了两个基准，其中底面是工艺基准，主动轴孔的轴线是设计基准，它们都是主要基准。

3）宽度方向的主要基准。泵体的左视图和右视图是对称图形，这表示零件的前后结构形状是对称的，因此选择对称面作为主要基准。

（2）按设计要求直接标注功能尺寸　图4-27中泵体的规格尺寸48±0.5，确定零件在部件中准确位置的尺寸76，有配合要求的尺寸32JS7、ϕ20H7、ϕ30H9，与其他零件有连接关系的尺寸6×M6、2×M6、M20，与安装有关的尺寸78、30、ϕ11等都是功能尺寸，要直接标注。

（3）补全其他尺寸　按结构分析和形体分析方法标出每个结构的非功能尺寸（包括定

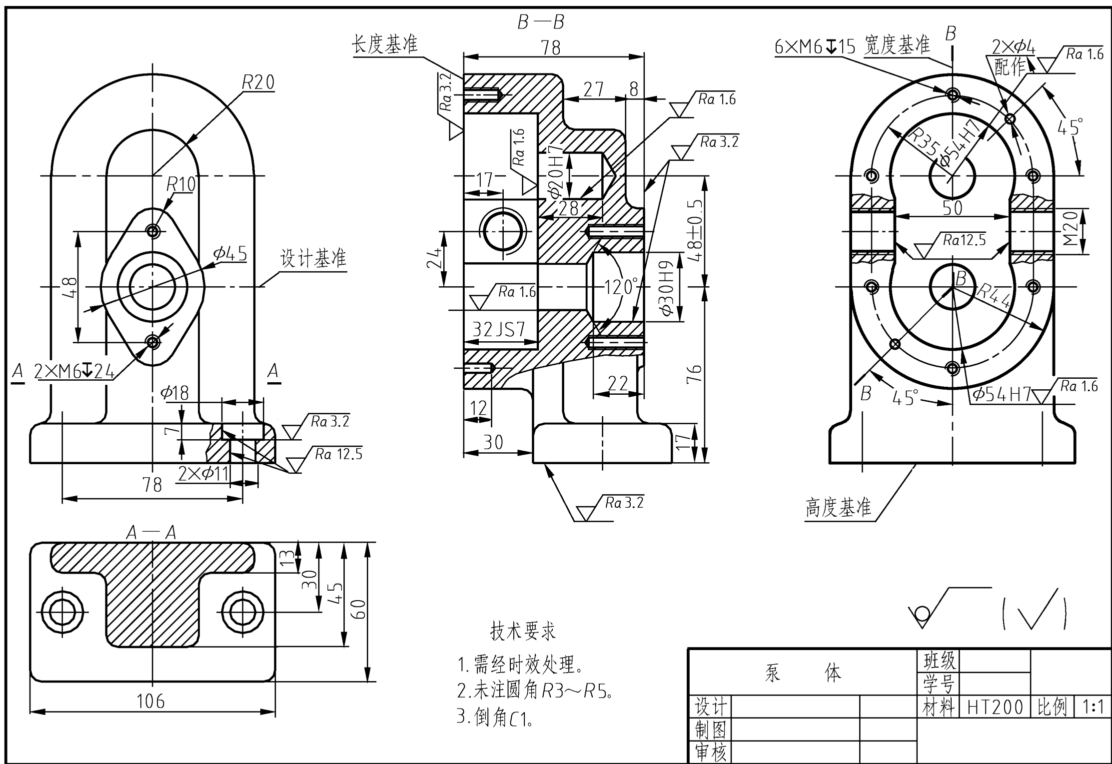


图 4-27　泵体零件图

形尺寸和定位尺寸)。同时，注意尺寸标注应清晰、合理，还要考虑尺寸链不要封闭，便于加工和测量等因素。

第五节　零件结构的合理性

零件的结构，除了要满足设计要求之外，还应考虑在加工、测量、装配等制造过程所提出的一系列工艺要求，即应使零件具有良好的结构工艺性。下面介绍一些常见的铸造和机械加工工艺结构的合理性问题。

一、铸造工艺对结构的要求

1. 起模斜度

为了便于将木模从砂型中取出，在铸件的内、外壁上沿着起模方向设计出起模斜度，如图 4-28 所示。通常，对于木模造型取起模斜度为 1°～3°，对于金属模用手工造型取起模斜度为 1°～2°，机械造型时取起模斜度为 0.5°～1°。

对于模锻零件，也同样要设计出起模斜度，相应的起模斜度值可查阅有关手册。

在画零件图时，起模斜度在图上一般不必画出，可在技术要求中用文字说明。

2. 铸造圆角

为了避免砂型尖角落砂，防止尖角处出现收缩裂纹，铸件两表面相交处应制出圆角

（图 4-28）。铸造圆角半径一般取壁厚的 1/5～2/5 倍，也可由手册中查出。同一铸件中，其圆角半径的种类应尽可能少。圆角半径可在技术要求中统一注写，如图 4-1 中写明“未注圆角 *R*2～*R*4”。

铸件经机械加工的表面，其毛坯的圆角被切除，转角处成为尖角或加工出倒角（图 4-28）。

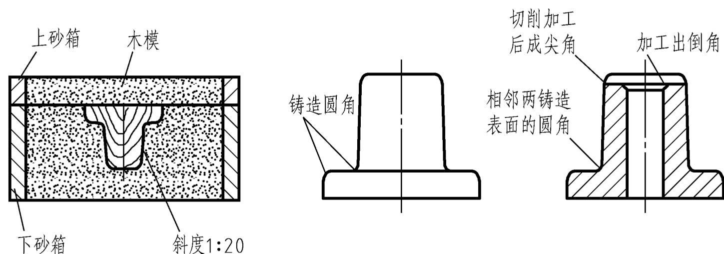


图 4-28 铸件的起模斜度和铸造圆角

由于有铸造圆角，使得铸件表面的相贯线、交线变得不够明显。为了区分机件上不同的表面和便于看图，仍需画出这些交线，该交线不与圆角轮廓相交，称为过渡线。

过渡线用细实线绘制，其画法与没有圆角时的画法一样，只是根据机件上立体的结合形式不同，在表示时有所不同。下面介绍几种常见过渡线的画法。

当两曲面相交时，按没有圆角时的情况画出交线，然后在外形线相交处画出圆角，交线与圆角轮廓不相交，如图 4-29a 所示。

当两曲面的外形轮廓线相切时，过渡线应在切点附近断开，如图 4-29b 所示。

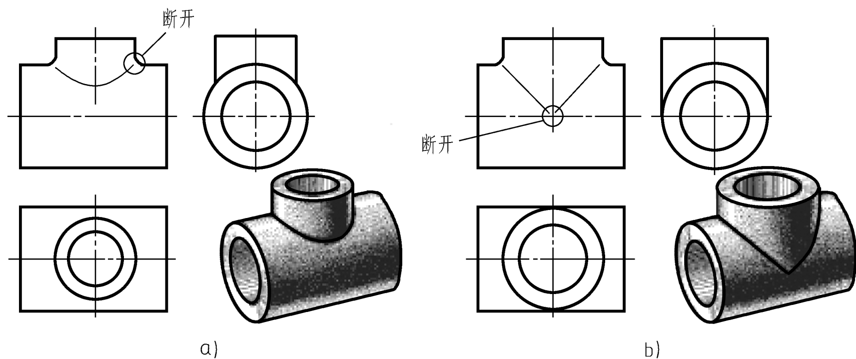


图 4-29 过渡线画法（一）

零件上肋板与圆柱结合时，其过渡线画法如图 4-30 所示。过渡线的形状取决于肋板的断面形状以及肋板与圆柱面的结合方式。图 4-30a 所示是断面为长方形的肋板与圆柱面相交和相切的情况，图 4-30b 所示是断面为长圆形的肋板与圆柱面相切的情况。

3. 铸件壁厚

铸件中各处的壁厚不宜相差太大，一般不大于 2～2. 5 倍，而且应尽量均匀或逐渐变化，如图 4-31 所示。

如壁厚不均匀，则由于厚薄部分的铁液冷却速度不同而产生缩孔和裂纹，如图4-32a所示。为避免由于厚度减薄对强度的影响，可用加强肋进行补偿，如图 4-32b 所示。

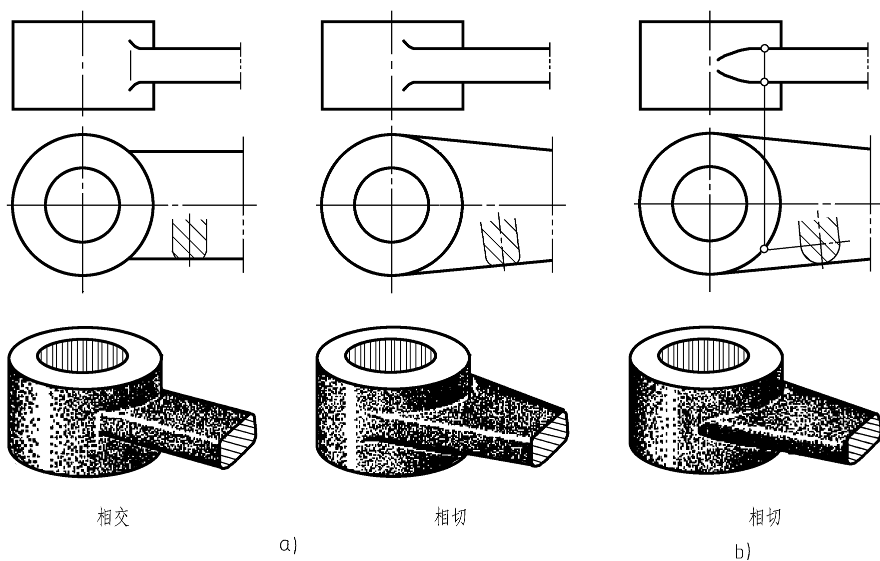


图 4-30　过渡线画法（二）

a）长方形断面　b）长圆形断面

二、机械加工工艺对结构的要求

1. 倒角

在轴、孔端部一般加工出倒角，便于装配和操作安全。常见的是 45°倒角，也有 30°和 60°的倒角。倒角的大小应根据轴径（孔径）尺寸查阅相应表格。倒角的尺寸注写方法如图 4-33 所示。当倒角为 45°时，可简化标注，如图 4-33a 所示，图中 C 代表 45°倒角，1 代表倒角宽度。对于没有一定尺寸要求的倒角，图上可不画出，而在图样技术要

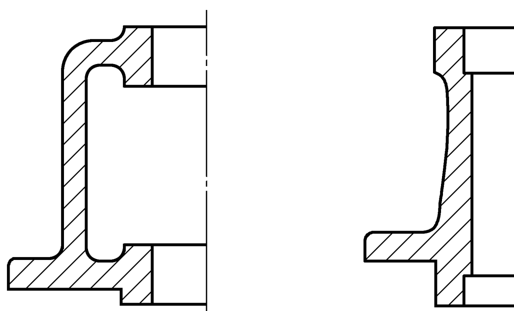


图 4-31　铸件壁厚

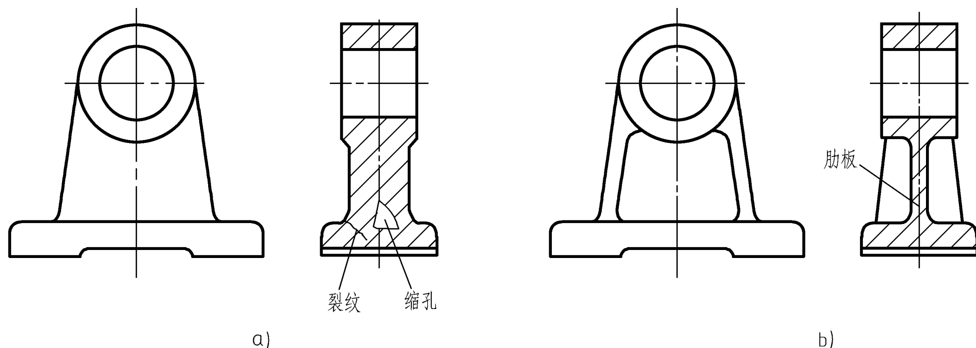


图 4-32　铸件壁厚的选择

a）不正确　b）正确

求中注明“全部倒角 C1.5”或“锐边倒钝”等。

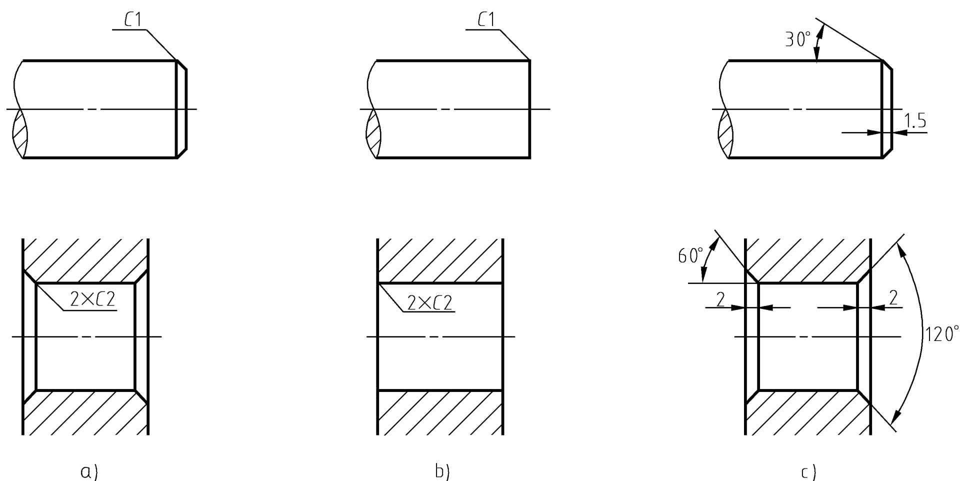


图 4-33 倒角

2. 退刀槽和砂轮越程槽

切削时为退出刀具或装配的需要，常在被加工零件上预先加工出退刀槽或砂轮越程槽，如图 4-34 所示。其具体结构和尺寸也可根据轴径（孔径）查阅相应表格得到。其尺寸可按“槽宽×槽深”或“槽宽×直径”的形式注出，当槽的结构比较复杂时，可画出局部放大图并标注尺寸。

3. 凸台和凹坑

为了保证零件表面的良好接触和减小机械加工的面积，可在铸件表面铸成凸台或锪平成凹坑，如图 4-35a、b 所示。图 4-35c 所示结构没有凸台，使加工面积增大，因此不合理。

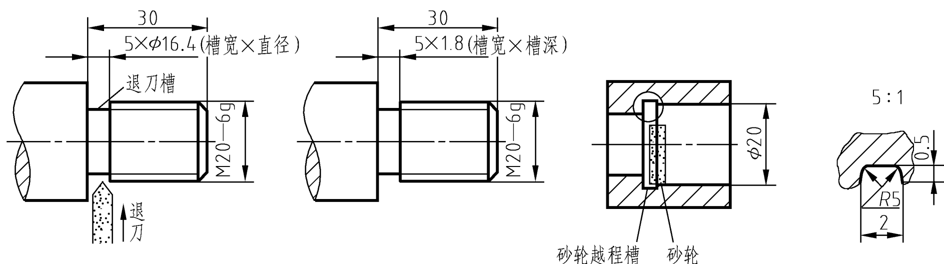


图 4-34 退刀槽和砂轮越程槽

减少机械加工面，不仅能节省加工时间，提高加工精度，装配时由于接触面小，也能提高装配精度和节省材料，减轻零件重量。如箱体的底面，图 4-36a、b、c 所示为合理结构，而图 4-36d 所示则是不合理结构。

图 4-37a 所示的孔的结构是为了减少加工面，而图 4-37b 所示的结构则不合理，因为对整个孔进行加工，不仅费工时，而且也不易保证加工精度。

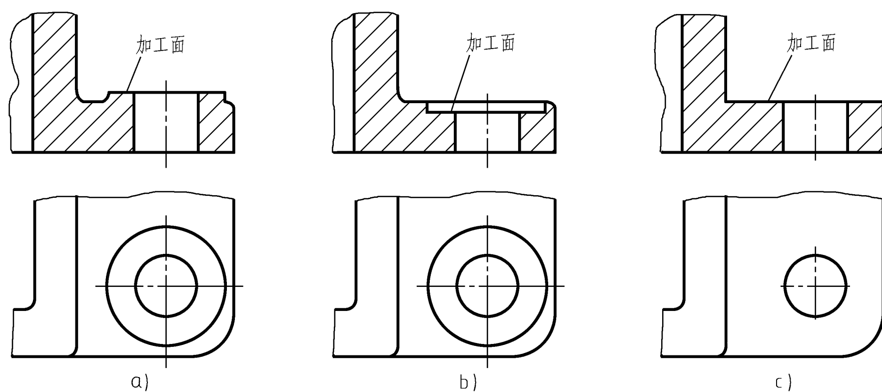


图 4-35　凸台和凹坑

a)、b) 合理　c) 不合理

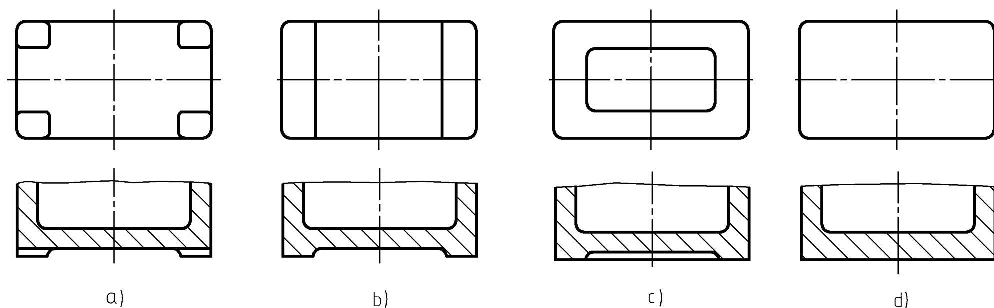


图 4-36　减少加工面结构（一）

a)、b)、c) 合理　d) 不合理

4. 钻孔结构

用钻头钻孔时，要求钻头尽量垂直于被钻孔的端面，以保证钻孔准确和避免钻头折断，如遇有斜面或曲面，应预先制出凸台和凹坑。图 4-38a 所示的结构是合理的，而图 4-38b 所示的结构则不合理，因为此结构不能保证钻孔准确，钻头容易折断。

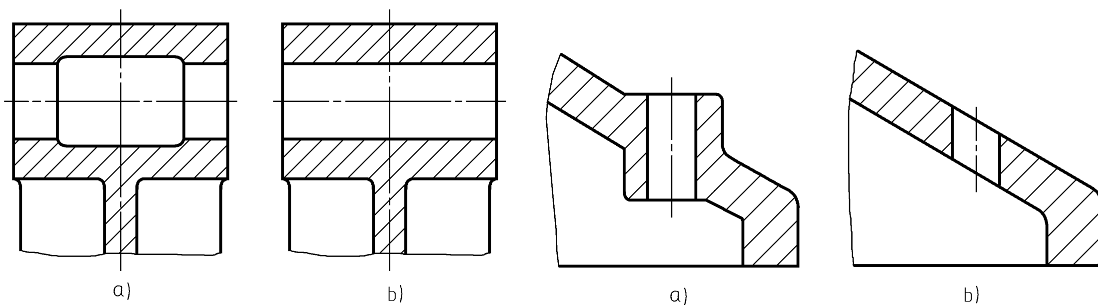


图 4-37　减少加工面结构（二）

a) 合理　b) 不合理

图 4-38　钻孔结构

a) 合理　b) 不合理

钻头的端部是一个接近 120°的尖角，所以钻削不通孔时，末端便产生一个顶角接近 120°的圆锥面，如图 4-39a 所示。图 4-39b 所示的画法则不正确。

对于直径不同的阶梯孔，当用钻头加工时，在直径变化的过渡处也应画出 120°的钻头角，如图 4-39c 所示。

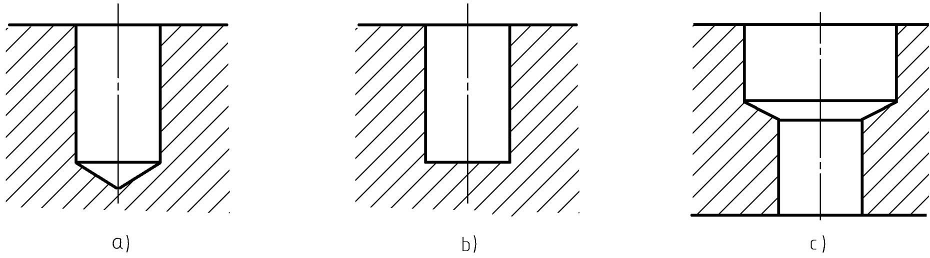


图 4-39　不通孔的结构

a)、c) 正确　b) 不正确

5. 沉孔结构

沉孔结构在螺钉连接中是一种常见的结构，它的结构和尺寸注法见表 4-1。

表 4-1　沉孔的结构和尺寸注法

结　构	普通注法	旁注法		说　明
	φ35　12　6×φ21	6×φ21 ⌴φ35↧12	6×φ21 ⌴φ35↧12	6×φ21 表示 6 个直径为 21mm 的孔 圆柱形沉孔的直径 φ35mm 及深度 12mm 均需注出
	90°　φ41　4×φ21	4×φ21 ⌵φ41×90°	4×φ21 ⌵φ41×90°	锥形沉孔的直径 φ41mm 及锥角 90°均需注出
	⌴φ36　6×φ17	6×φ17 ⌴φ36	6×φ17 ⌴φ36	⌴ φ36mm 的深度不需标注，一般锪平到不出现毛坯面为止

第六节　极限与配合

一、互换性

成批生产的机器在进行装配时，要求一批相互配合的零件，不经选择也不需要其他辅助加工，任取一对装配起来，就能达到设计的工作性能要求，零件间的这种性质称为互换性。零件具有互换性，是机器现代化大量生产的重要基础，它可使机器装配和维修获得较高的速度，并取得最佳的经济效果。

为使零件具有互换性，在加工零件的相应尺寸时，就应当尽量准确。但是由于机床振动、刀具磨损、测量误差等一系列原因，零件的尺寸实际上不可能加工得绝对准确。因此，应允许零件尺寸有一定的误差。为此，图样上常标注有极限与配合方面的技术要求。

关于极限与配合的一些内容，国家标准（GB/T 1800.1—2009 和 GB/T 1800.2—2009）进行了修改。这一系列标准适用于具有圆柱型和两平行平面型的线性尺寸要素。

二、极限与配合的基本概念

1. 基本术语及定义

（1）公称尺寸　公称尺寸是指设计中给出的尺寸。通过它应用上、下极限偏差可算出极限尺寸的一个基准尺寸（图 4-40）。它是根据使用要求，通过计算和结构方面的考虑，或根据试验和经验而确定的。

（2）实际尺寸　实际尺寸是指通过测量获得的某一孔、轴的尺寸。

（3）极限尺寸　一个孔或轴所允许的尺寸的两个极端称为极限尺寸。实际尺寸应位于其中，也可以达到极限尺寸。孔或轴允许的最大尺寸为上极限尺寸，孔或轴允许的最小尺寸为下极限尺寸，如图 4-41 所示。

（4）尺寸偏差　尺寸偏差是指某一尺寸（实际尺寸、极限尺寸等）减其公称尺寸所得的代数差。

如图 4-41 所示：上极限偏差=上极限尺寸−公称尺寸

　　　　　　　　下极限偏差=下极限尺寸−公称尺寸

上极限偏差和下极限偏差统称为极限偏差。实际尺寸减其公称尺寸所得的代数差称为实

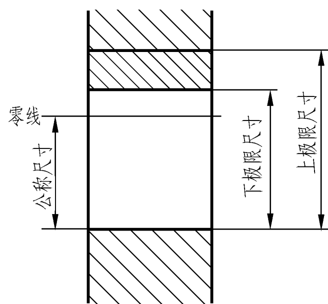


图 4-40　公差带图解

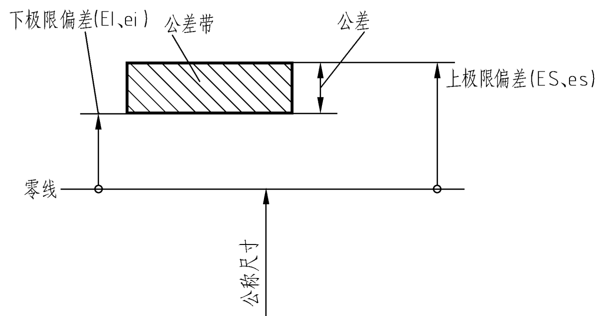


图 4-41　公称尺寸、上极限尺寸和下极限尺寸

际偏差。因为实际尺寸和极限尺寸可以大于、小于，也可能等于公称尺寸，所以偏差可以是正值、负值或零。实际偏差应位于极限偏差范围之内。

国家标准规定：孔的上、下极限偏差代号用大写拉丁字母 ES、EI 表示，轴的上、下极限偏差代号用相应的小写字母 es、ei 表示。

（5）尺寸公差（简称公差）　尺寸公差是指允许尺寸的变动量。

公差 = 上极限尺寸 − 下极限尺寸

或　　公差 = 上极限偏差 − 下极限偏差

尺寸公差是一个没有负号的绝对值，且不能为零，如图 4-41 所示。

（6）公差带和零线　在分析公差时，为了形象地表示公称尺寸、极限偏差和公差的关系，常用简图表示。为了简便，不画出孔和轴，而只画出放大的孔和轴的公差带来分析问题，这就是极限与配合的图解，简称公差带图解，如图 4-41 所示。所谓公差带，就是指在公差带图解中，由代表上极限偏差和下极限偏差或上极限尺寸和下极限尺寸的两条直线所限定的一个区域。它是由公差大小和其相对零线的位置（如基本偏差）来确定的。零线是表示公称尺寸的一条直线，以其为基准确定尺寸的偏差。通常零线沿水平方向绘制，正偏差位于零线的上方，负偏差位于零线的下方。

2. 配合

公称尺寸相同，相互结合的孔和轴、键和槽公差带之间的关系称为配合。由于孔和轴的实际尺寸不同，装配后可能产生“间隙”或“过盈”，如图 4-42 所示。

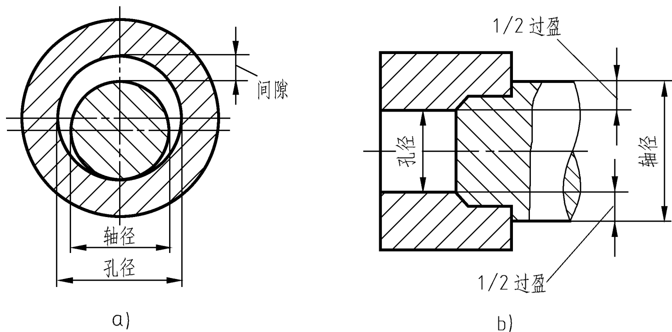


图 4-42　配合

从零件的工作要求和生产实际需要出发，国家标准将配合分为以下三大类：

（1）间隙配合　间隙配合是指具有间隙（包括最小间隙等于零）的配合。此时，孔的公差带在轴的公差带之上。

在间隙配合中，孔的下极限尺寸与轴的上极限尺寸之差称为最小间隙，孔的上极限尺寸与轴的下极限尺寸之差称为最大间隙，如图 4-43 所示。

（2）过盈配合　过盈配合是指具有过盈（包括最小过盈等于零）的配合。此时，孔的公差带在轴的公差带之下。

在过盈配合中，孔的上极限尺寸与轴的下极限尺寸之差称为最小过盈，孔的下极限尺寸与轴的上极限尺寸之差称为最大过盈，如图 4-44 所示。

（3）过渡配合　过渡配合是指可能具有间隙或过盈的配合。此时，孔的公差带与轴的公差带相互交叠。

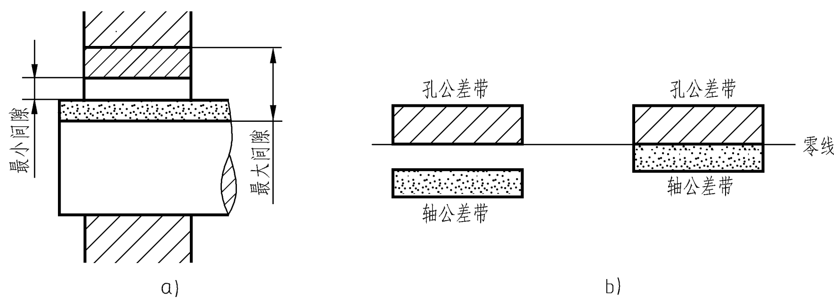


图 4-43 间隙配合示意图

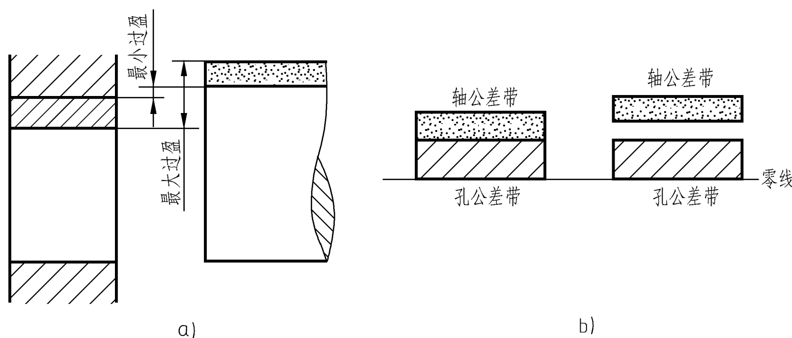


图 4-44 过盈配合示意图

在过渡配合中，孔的上极限尺寸与轴的下极限尺寸之差称为最大间隙，孔的下极限尺寸与轴的上极限尺寸之差称为最大过盈，如图 4-45 所示。

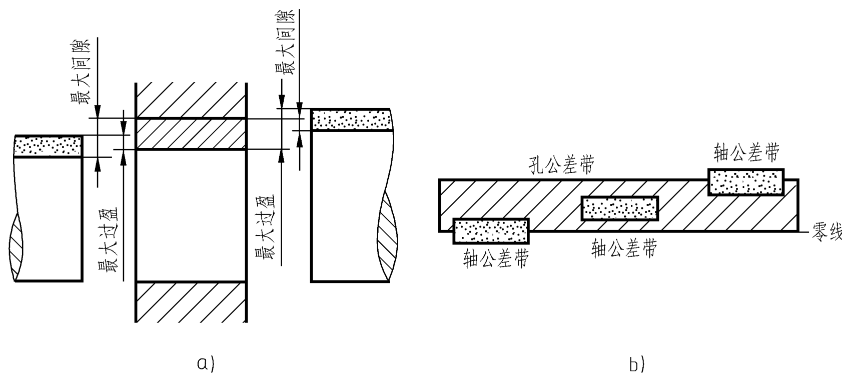


图 4-45 过渡配合示意图

3. 标准公差（IT）

在极限与配合制中，标准公差是由国家标准规定的，用于确定公差带大小的任一公差，用符号 IT 表示。标准公差等级代号用符号 IT 和数字组成，如 IT7。当其与代表基本偏差的字母一起组成公差带代号时，省略字母 IT，如 h7。

标准公差等级有 IT01、IT0、IT1 ~ IT18 共 20 级，公差等级依次降低，尺寸的精确程度也依次下降，而公差数值则依次增大。标准公差等级 IT1 ~ IT18 的标准公差数值见附表 E-1。

选用公差等级时，应在保证使用要求的前提下，尽可能选用较低的公差等级，以便降低零部件的加工成本。一般机器的配合尺寸中，孔选用 IT6～IT12，轴选用 IT5～IT12。当公差等级高于 IT8 级时，孔应选用比轴低一级的公差等级，因为孔的加工、制造难于轴的加工、制造。

4. 基本偏差

（1）基本偏差的概念　基本偏差是指用以确定公差带相对零线位置的上极限偏差或下极限偏差，一般指靠近零线的那个偏差。当公差带位于零线上方时，其基本偏差为下极限偏差；当公差带位于零线下方时，其基本偏差为上极限偏差，如图 4-46 所示。

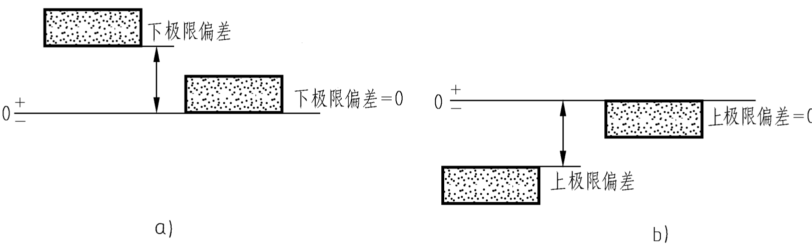


图 4-46　基本偏差示意图

a）基本偏差为下极限偏差　b）基本偏差为上极限偏差

孔的基本偏差代号用大写字母 A，…，ZC 表示，轴的基本偏差代号用小写字母 a，…，zc 表示。孔与轴各有 28 个基本偏差，基本偏差系列如图 4-47 所示。图中只画出公差带图的

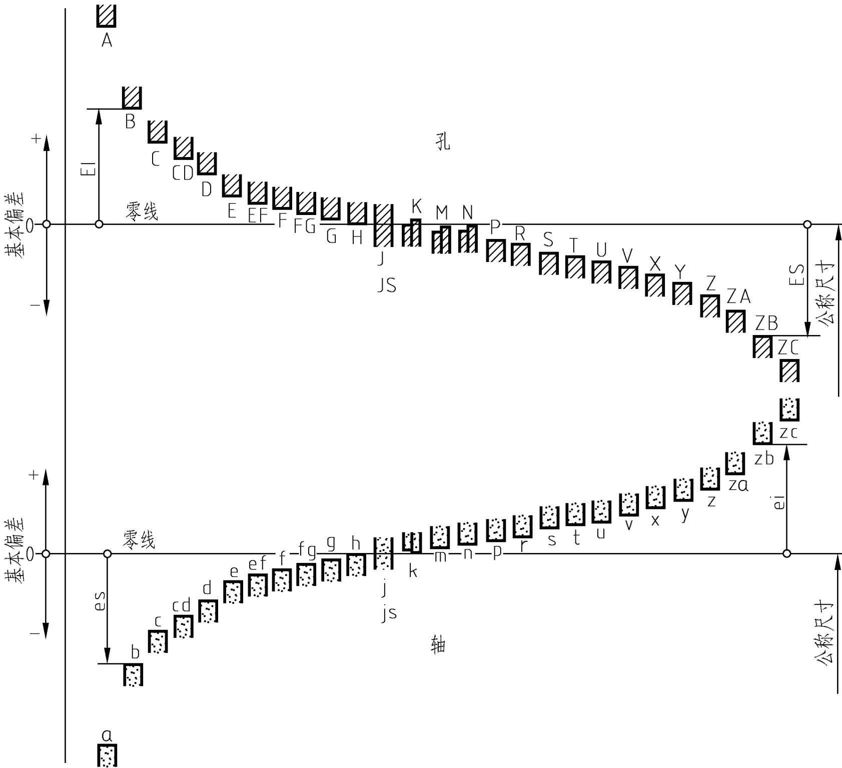


图 4-47　基本偏差系列示意图

一端，此端即为基本偏差，开口的一方表示公差带的延伸方向，而公差带的终端未指明，因为它取决于标准公差等级和此基本偏差的组合。

（2）轴的基本偏差　轴的基本偏差 a～h 和 k～zc 及其偏差的“+”号或“-”号如图 4-47、图 4-48 所示。a～h 用于间隙配合，js～zc 主要用于过渡配合和过盈配合。

例 4-1　确定轴 ϕ50d9 的极限偏差。

解：根据轴的公称尺寸 50mm 查附表 E-4，按公称尺寸分段>40～50mm，在横行与基本偏差 d 及 IT9 级标准公差纵列相交处查得轴的上极限偏差为-80μm，下极限偏差为-142μm。将 μm 换算成 mm，上极限偏差为-0. 08mm，下极限偏差为-0. 142mm。

（3）孔的基本偏差　孔的基本偏差 A～H 和 K～ZC 及其偏差的“+”号或“-”号如图 4-47、图 4-49 所示。A～H 用于间隙配合，JS～ZC 用于过渡配合和过盈配合。

例 4-2　确定孔 ϕ45H8 的极限偏差。

解：根据孔的公称尺寸 45mm 查附表 E-5，按公称尺寸分段>40～50mm，在横行与基本偏差 H 及 IT8 级标准公差纵列的相交处查得孔的下极限偏差为 0，上极限偏差为+39μm，换算为+0. 039mm。

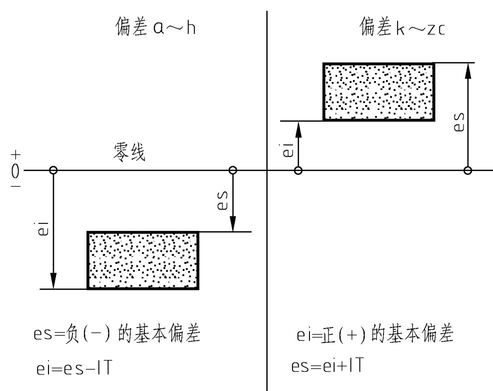


图 4-48　轴的偏差

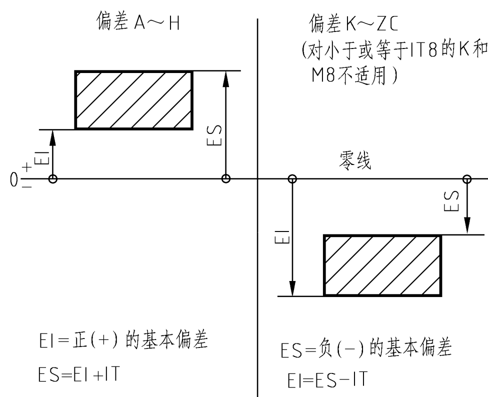


图 4-49　孔的偏差

（4）基本偏差 js 和 JS　基本偏差 js 和 JS 的公差带对称分布于零线的两侧，如图 4-50 所示，即有

$$es=+\frac{IT}{2}\qquad ei=-\frac{IT}{2}$$

$$ES=+\frac{IT}{2}\qquad EI=-\frac{IT}{2}$$

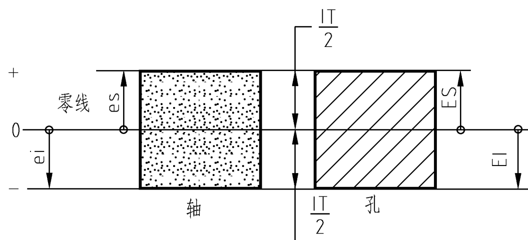


图 4-50　偏差 js 和 JS

5. 配合制度

国家标准规定有基孔制和基轴制两种配合制度。

（1）基孔制配合　基孔制配合是指基本偏差为一定的孔的公差带，与不同基本偏差的轴的公差带形成各种配合的一种制度（图 4-51a）。基孔制配合的孔为基准孔，选用基本偏

差 H，其下极限偏差为零。

（2）基轴制配合　基轴制配合是指基本偏差为一定的轴的公差带，与不同基本偏差的孔的公差带形成各种配合的一种制度（图 4-51b）。基轴制配合的轴为基准轴，选用基本偏差 h，其上极限偏差为零。

（3）基准制的选择　在一般情况下，应优先选用基孔制配合。这样可以限制加工孔所需的定值刀具、量具的规格数量，有利于生产。基轴制配合通常仅用于结构设计不适宜采用基孔制配合的情况，或者采用基轴制配合具有明显经济效果的场合。例如，使用一根冷拔的圆钢做轴，轴与几个具有不同公差带的孔组成不同的配合，此时，采用基轴制配合，轴就可以不另行加工或少量加工，通过改变各孔的公差来达到不同的配合显然比较经济合理。

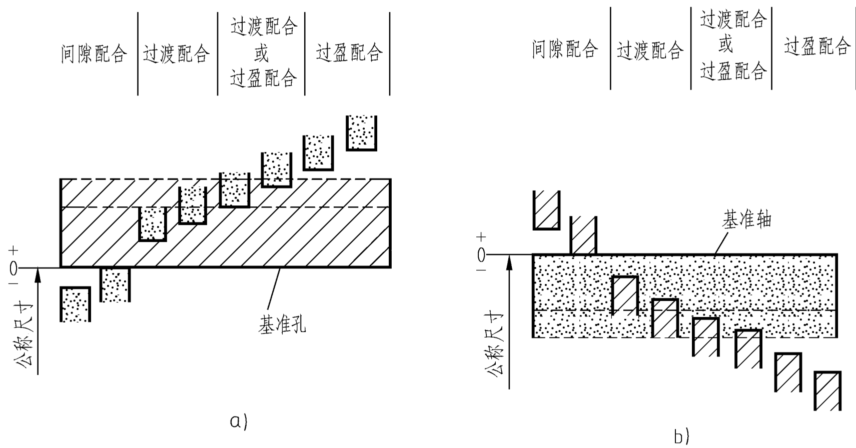


图 4-51　基孔制和基轴制

a）基孔制　b）基轴制

在采用标准部件时，则应按标准件所用的基准制来确定。例如，滚动轴承的外圈直径与轴承座孔处的配合应采用基轴制，而滚动轴承的内圈直径与轴的配合则为基孔制。

6. 轴、孔公差带代号

轴、孔公差带代号均由基本偏差的字母和公差等级数字组成。例如，H8、K7、N7、P8 为孔的公差带代号，h7、f7、js6、r6 为轴的公差带代号。书写时，基本偏差字母与公差等级数字的高度相同。

注有极限偏差的尺寸一般用公称尺寸和公差带代号组合表示。例如 ϕ40H7，40 代表孔的公称尺寸，H7 代表孔的公差带代号，其中 H 代表孔的基本偏差代号，7 为公差等级代号；又如 ϕ40f6，40 表示轴的公称尺寸，f6 代表轴的公差带代号，其中 f 代表轴的基本偏差代号，6 为公差等级代号。

三、极限与配合在图样中的标注方法

1. 在装配图中的标注方法

在装配图中标注配合代号时，必须在公称尺寸的右边用分数的形式注出，分子为孔的公差带代号，分母为轴的公差带代号，如图 4-52 所示。必要时也允许按图 4-53 所示的形式标注。

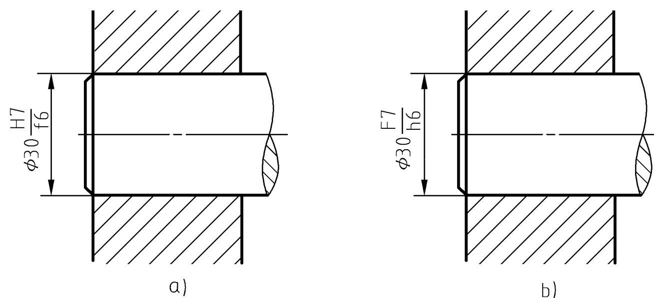


图 4-52 配合的注法（一）

a）基孔制配合的注法 b）基轴制配合的注法

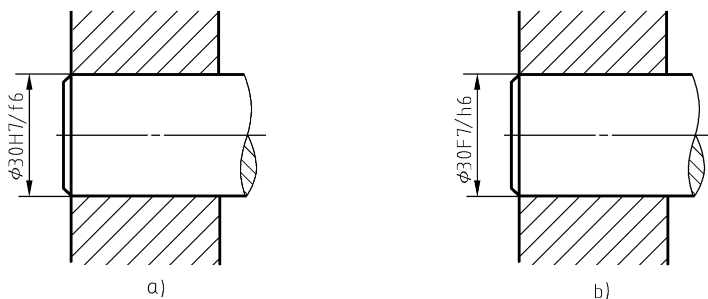


图 4-53 配合的注法（二）

a）基孔制配合的注法 b）基轴制配合的注法

当在装配图中标注相配合零件的极限偏差时，一般按图 4-54a 所示的形式标注，孔的公称尺寸和极限偏差注写在尺寸线的上方，轴的公称尺寸和极限偏差注写在尺寸线的下方。若需要明确指出装配件的代号时，可按图 4-54b 所示的形式标注。

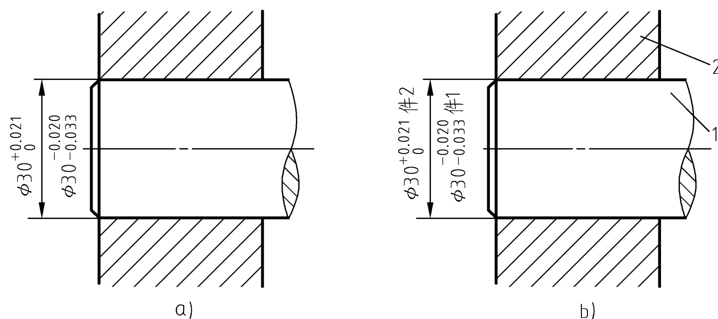


图 4-54 配合的注法（三）

从上述图例中可知，在装配图上标注的配合代号中，如果分子中含有 H，即为基孔制配合；如果分母中含有 h，即为基轴制配合。如果分子为 H，分母同时也为 h，一般可视为基孔制配合，也可视为基轴制配合。

当标注标准件与零件（轴和孔）的配合代号时，可以仅标注相配合零件的公差带代号。例如，滚动轴承的外圈与孔配合，可仅标注孔的公差带代号，其内圈与轴配合，可仅标注轴的公差带代号，如图 4-55 所示。

2. 在零件图中的标注方法

在零件图中标注带公差的尺寸通常有以下三种形式：

1）在公称尺寸后标注公差带代号。如图 4-56 所示，这种注法常用于大批量生产。

2）在公称尺寸后标注极限偏差数值，上极限偏差标注在公称尺寸的右上方，下极限偏差应与公称尺寸标注在同一底线上，如图 4-57 所示。如果上极限偏差和下极限偏差数值相同，则在公称尺寸之后标注“±”符号，只填写一个偏差数值，其数字的高度和公称尺寸数字高度相同，例如 $\phi 90 \pm 0.011$。标注极限偏差数值的方法主要用于少量或单件生产。

3）在公称尺寸后同时标注公差带代号和极限偏差数值，则极限偏差值应加上圆括号，如图 4-58 所示。

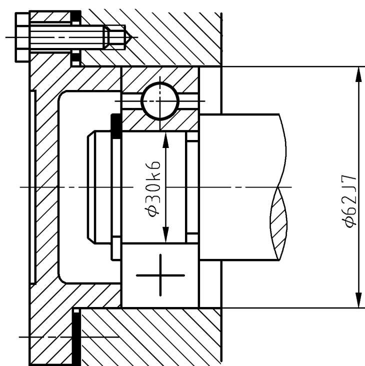
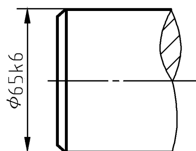
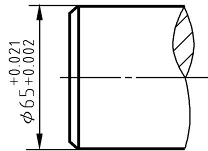


图 4-55 标准件与零件装配时配合代号的注法





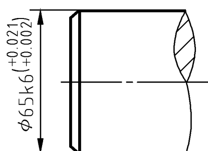


图 4-56 标注公差带代号

图 4-57 标注极限偏差数值

图 4-58 综合注法

四、查表与计算举例

根据公称尺寸和配合代号，确定孔和轴的公差带代号，然后从附表 E-4 和附表 E-5 中分别查得轴和孔的极限偏差和极限尺寸。下面举例说明。

例 4-3 确定 $\phi 24\dfrac{H7}{f6}$的轴与孔的极限偏差和极限尺寸。

解：从 $\phi 24\dfrac{H7}{f6}$可以知道：公称尺寸为 24mm，基孔制配合，基准孔的标准公差等级为 IT7，与基本偏差代号为 f、标准公差等级为 IT6 的轴相配合。

（1）确定轴 ϕ24f6 的极限偏差和极限尺寸 根据轴的公称尺寸 24mm 查附表 E-4，按公称尺寸分段>18~24mm 横行与基本偏差 f，在公差等级 IT6 的纵列相交处查得上极限偏差为

-20μm，下极限偏差为-33μm，由此计算出上极限尺寸为 23.98mm，下极限尺寸为 23.967mm。

（2）确定孔 ϕ24H7 的极限偏差和极限尺寸　根据孔的公称尺寸 24mm 查附表 E-5，按公称尺寸分段>18~24mm 横行与基本偏差 H，在公差等级 IT7 的纵列相交处查得孔的下极限偏差为 0，上极限偏差为+21μm，由此计算出上极限尺寸为 24.021mm，下极限尺寸为 24mm。

第七节　几 何 公 差

一、几何公差的基本概念

在生产实践中，经过加工的零件，不但会产生尺寸误差，而且会产生形状和位置误差。

形状误差是指零件的实际形状对理想形状的变动量。如图 4-59a 所示，经过加工的销轴，轴线变弯曲了，产生了直线度误差。

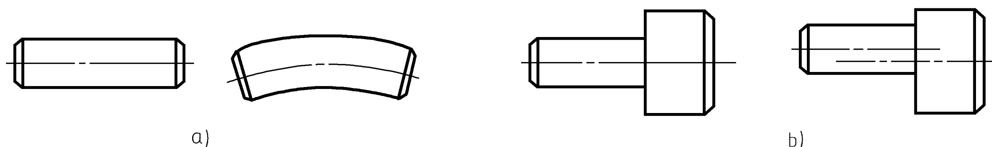


图 4-59　几何形状误差和相互位置误差

a）　几何形状误差　b）相互位置误差

位置误差是指零件各表面间、轴线间、轴线与表面间的实际位置相对其理想位置的变动量。如图 4-59b 所示，阶梯轴加工后，其两段圆柱轴线不在同一条直线上，因而两段圆柱间产生了同轴度误差。

零件存在严重的形状和位置误差会造成装配困难，影响机器的质量。因此，对于精度要求较高的零件，除给出尺寸公差外，还应根据设计要求，合理地确定出形状和位置误差的最大允许值，称为几何公差。

二、几何公差的规定符号

GB/T 1182—2008 规定采用代号来标注几何公差（当无法用代号标注时，允许在技术要求中用文字进行说明）。几何公差特征符号见表 4-2。

表 4-2　几何公差特征符号

公差类型	几何特征	符　　号	有无基准
形状公差	直线度	⏤	无
	平面度	⏥	无
	圆度	○	无
	圆柱度	⌭	无

（续）

公差类型	几何特征	符　号	有无基准
形状公差	线轮廓度	⌒	无
	面轮廓度	⌓	无
方向公差	平行度	//	有
	垂直度	⊥	有
	倾斜度	∠	有
	线轮廓度	⌒	有
	面轮廓度	⌓	有
位置公差	位置度	⌖	有或无
	同心度（用于中心点）	◎	有
	同轴度（用于轴线）	◎	有
	对称度	⌯	有
	线轮廓度	⌒	有
	面轮廓度	⌓	有
跳动公差	圆跳动	↗	有
	全跳动	⌰	有

三、几何公差的标注

在机械图样中，几何公差采用代号的形式标注，代号由公差框格和带箭头的指引线组成，如图 4-60 所示。

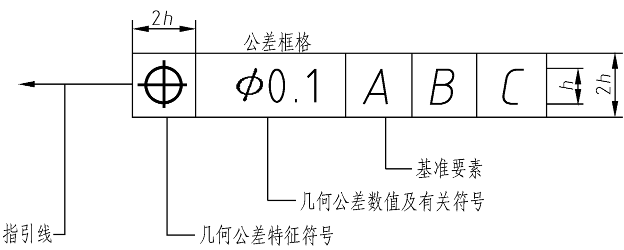


图 4-60　几何公差代号

1. 公差框格

几何公差要求在矩形方框中给出，该方框用细实线画出，由两格或多格组成，一般将框格水平放置或垂直放置。水平放置时，从左到右，第一格填写几何公差特征符号；第二格填写几何公差数值（用线性值）和有关符号，如公差带是圆形或圆柱形的，则在公差值前加注“ϕ”，如果是球形的则加注“$S\phi$”；如果需要，第三格及第三格以后各格填写一个或多个字母表示基

准要素或基准体系。框格高度为图样中字体高度的两倍，长度按需要确定，框格中的字母和数字高度与图样中的字体高度相同，如图 4-60 所示。

2. 指引线画法

用带箭头的指引线（用细实线绘制）将框格与被测要素相连，按以下方式标注：

当公差涉及轮廓线或表面时，指引线的箭头应指向该要素的轮廓线或其延长线上，但必须与该要素的尺寸线明显分开，如图 4-61、图 4-62 所示。

当指向实际表面时（图 4-63），箭头可置于带点的参考线上，该点指在实际表面上。

当公差涉及轴线、中心平面或由尺寸要素确定的点时，则带箭头的指引线应与尺寸线的延长线重合，如图 4-64～图 4-66 所示。

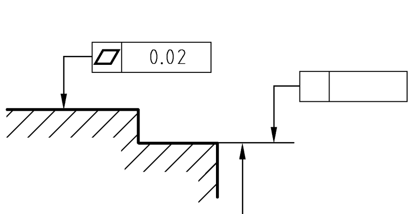


图 4-61　指引线注法（一）

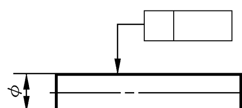


图 4-62　指引线注法（二）

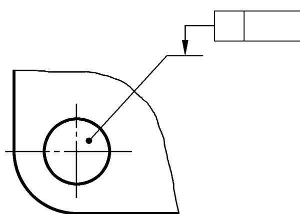


图 4-63　指引线注法（三）

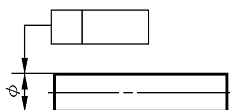


图 4-64　指引线注法（四）

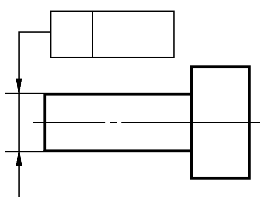


图 4-65　指引线注法（五）

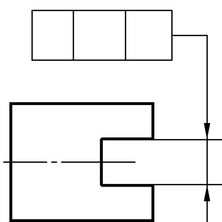


图 4-66　指引线注法（六）

3. 基准

相对于被测要素的基准由一个斜体大写字母表示，该字母标注在基准方框内，与一个涂黑或空白的三角形相连，如图 4-67a 所示。同时，表示基准的字母还应标注在公差框格内，如图 4-67b 所示。

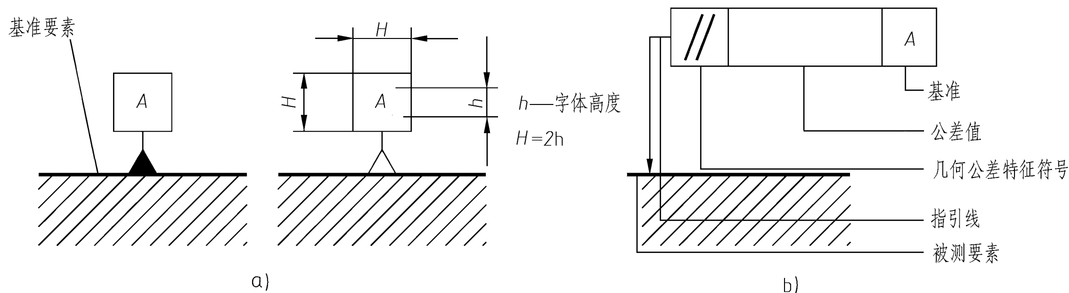


图 4-67　基准符号注法（一）

当基准要素是轮廓线或轮廓面时，基准字母的短横线应置于要素的外轮廓上或在它的延长线上（但应与尺寸线明显错开），如图 4-68a 所示。基准符号还可置于用圆点指向实际表

面的参考线上，如图 4-68b 所示。

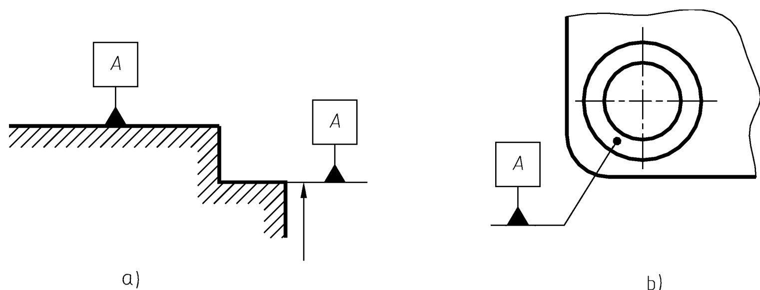


图 4-68　基准符号注法（二）

当基准要素是轴线或中心平面或由带尺寸的要素确定的点时，则基准符号中的线与尺寸线一致（图 4-69a）。如尺寸线处无法安排两个箭头，则另一箭头可用短横线代替（图 4-69b、c）。

单一基准要素用大写字母表示（图 4-70a）。

由两个要素组成的公共基准，用由横线隔开的两个大写字母表示（图 4-70b）。由两个或三个要素组成的基准体系，如多基准组合，表示基准的大写字母应按基准的优先次序从左至右分别置于各格中（图 4-70c）。

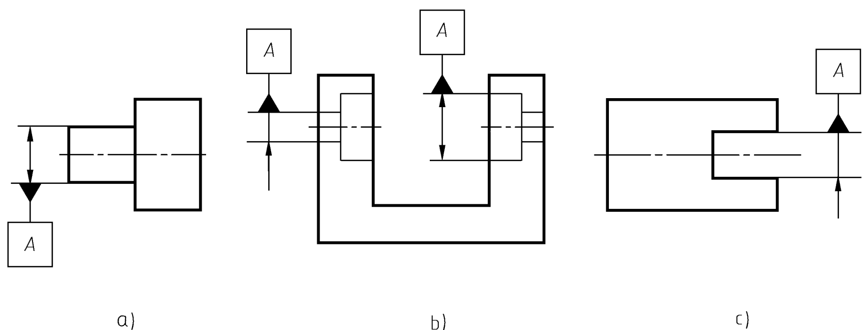


图 4-69　基准符号注法（三）

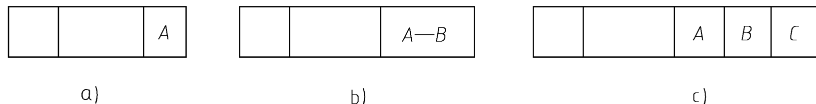


图 4-70　基准符号注法（四）

为不致引起误解，字母 E、F、I、J、L、M、O、P、R 不用于表示基准。

四、几何公差标注示例

图 4-71 所示为气门阀杆零件图几何公差标注示例。其中：

1）*SR*75 的球面对 ϕ16f7 轴线的斜向圆跳动公差是 0.03mm。

2）杆身 ϕ16f7 的圆柱度公差是 0.005mm。

3）M8×1-6H 的螺纹孔轴线对 ϕ16f7 轴线的同轴度公差是 ϕ0.1mm。

4）右端面对 ϕ16f7 轴线的轴向圆跳动公差是 0.1mm。

5）ϕ36h6 的右端面对 ϕ16f7 轴线的垂直度公差是 0.025mm。

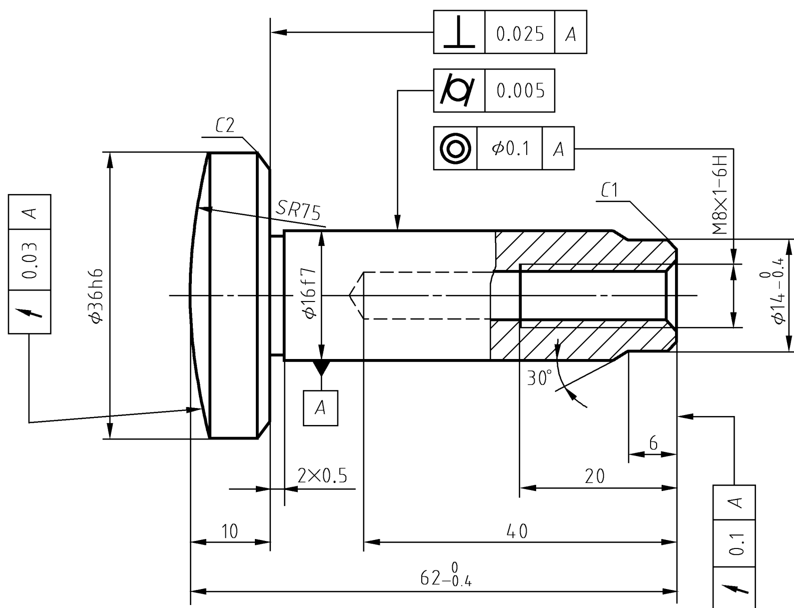


图 4-71　气门阀杆零件图几何公差标注示例

第八节　表 面 结 构

一、表面结构概述

表面结构是表面粗糙度、表面波纹度、表面缺陷、表面几何形状的总称。

二、表面结构的形成

表面结构的特性一般不是孤立存在的，多数表面是由于表面粗糙度、表面波纹度及形状误差综合影响产生的结果。

本节以表面粗糙度为主要评定指标，讲述表面结构的标注及使用方法。

1. 表面粗糙度概述

不论采用何种加工方法所获得的零件表面，都不是绝对平整和光滑的，其表面均会产生微小的凸凹不平的痕迹。图 4-72 所示是零件表面在放大镜下呈现的景象。表面上这种微观不平的情况，一般是受刀具和工件之间的运动与摩擦、机床的振动及零件的塑性变形等各种因素的影响而形成的。这种加工表面上的具有的较小间距和微小峰谷所形成的微观几何形状特

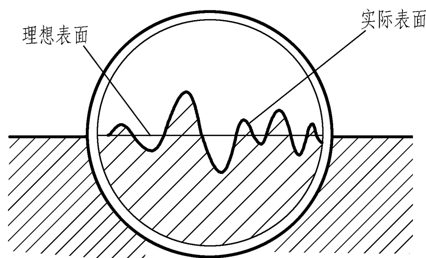


图 4-72　表面粗糙度概述

征，称为表面粗糙度。微观几何形状误差越小，表面越平滑，则表面粗糙度等级越高；而微观几何形状误差越大，表面越粗糙，则表面粗糙度等级越低。

2. 表面粗糙度的主要评定参数

我国国家标准规定表面粗糙度的主要评定参数为轮廓算术平均偏差，必要时也可采用轮廓最大高度来评定。

（1）轮廓算术平均偏差 *Ra* 在取样长度内，被测轮廓偏距（在测量方向上轮廓线上的点与基准线之间的距离）绝对值的算术平均值称为轮廓算术平均偏差 *Ra*，如图 4-73 所示。用公式可表示为

$$Ra = \frac{1}{l}\int_0^l |Z(x)|\mathrm{d}x$$

近似为

$$Ra = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} |Z_i|$$

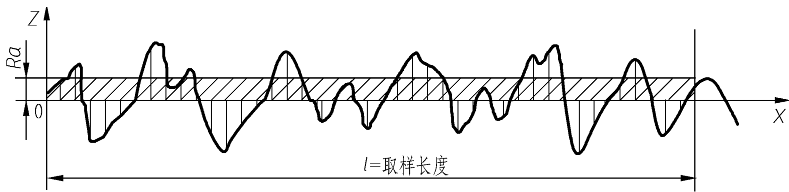


图 4-73 轮廓算术平均偏差 *Ra*

轮廓算术平均偏差 *Ra* 的数值列于表 4-3 中。

表 4-3 轮廓算术平均偏差 *Ra* （单位：μm）

Ra	0.012	0.2	3.2	50
	0.025	0.4	6.3	100
	0.05	0.8	12.5	—
	0.1	1.6	25	—

（2）轮廓最大高度 *Rz* 在取样长度内，轮廓峰顶线和轮廓谷底线之间的距离称为轮廓最大高度 *Rz*（图 4-74）。

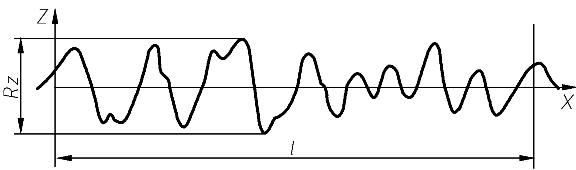


图 4-74 轮廓最大高度 *Rz*

3. 表面粗糙度的选择

选择零件的表面粗糙度，应当包括选取评定参数、确定参数的数值以及规定测量时取样长度的数值三个方面的内容。通常优先选用 *Ra* 作为评定表面粗糙度的参数。测量时，一般应按国标规定选取相应的取样长度值（其数值列于 GB/T 1031—2009 中）。此时，在图样或技术文件中就可以省略标注取样长度值。

根据零件表面功能的要求，也考虑加工工艺的经济性，参考经过验证的经验实例，采用类比法，即可具体确定表面粗糙度评定参数的数值。

三、表面结构符号、代号及其注法

GB/T 131—2006 规定了表面结构要求图形符号的比例画法（图 4-75）、补充要求的注写

位置（图 4-76）和附加标注的尺寸（表 4-5）。

1. 表面结构的图形符号

图样上表示零件表面结构的符号见表 4-4。

表 4-4 表面结构要求的图形符号及含义

符 号	意义及说明
	基本符号，表示表面可用任何方法获得，当不加注表面粗糙度参数值或有关说明（如表面处理、局部热处理状况等）时，仅适用于简化代号标注
	基本符号加一短画，表示表面是用去除材料的方法获得的，如车、铣、钻、磨、剪切、抛光、腐蚀、电火花加工、气割等
	基本符号加一小圈，表示表面是用不去除材料的方法获得的（如铸、锻、冲压变形、热轧、冷轧、粉末冶金等）或者是用于保持原供应状况的表面（包括保持上道工序的状况）
	在上述三个符号的长边上均可加一横线，用于标注有关参数和说明
	在上述三个符号上均可加一小圈，表示所有表面具有相同的表面粗糙度要求

表面结构要求图形符号的画法如图 4-75 所示，图中的尺寸关系见表 4-5。

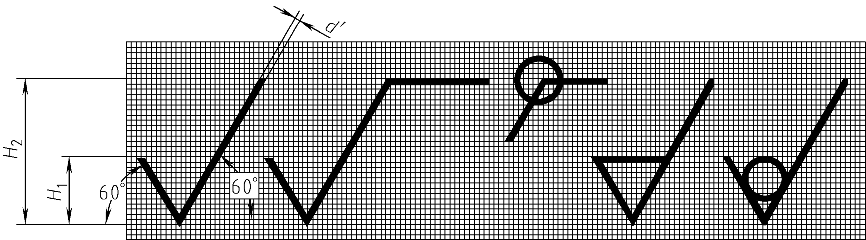


图 4-75 表面结构要求图形符号的画法

表 4-5 表面结构要求图形符号和附加标注的尺寸 （单位：mm）

轮廓线的线宽 *b*	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2	2.8
数字与字母的高度 *h*	2.5	3.5	5	7	10	14	20
符号的线宽 *d′* 数字与字母的笔画宽度 *d*	0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2
高度 H_1	3.5	5	7	10	14	20	28
高度 H_2	8	11	15	21	30	42	60

2. 表面结构代号

表面结构符号上若注有表面结构数值及有关规定，则称为表面结构代号。

表面结构数值及其有关规定在符号中注写的位置如图 4-76 所示。

图 4-76 中字母所指的位置上应注写的内容为：

（1）位置 a 注写表面结构的单一要求。

（2）位置 a 和 b　注写两个或多个表面结构要求。

（3）位置 c　注写加工方法、表面处理、涂层或其他加工工艺要求等，如车、磨、镀等。

（4）位置 d　注写所要求的表面纹理和纹理的方向。表面纹理符号“=、⊥、X、M、C、R、P”的含义详见 GB/T 131—2006。

（5）位置 e　注写所要求的加工余量，以 mm 为单位给出数值。

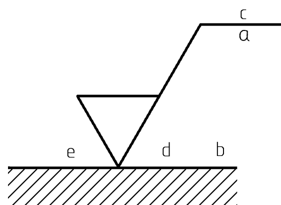


图 4-76　各项要求的注写位置

注意：

1）图形符号的水平线长度取决于其上、下所标注内容的长度。

2）补充要求的所有注写文字高度应等于 h。

3. 表面结构符号、代号在图样中的注法

图样上所标注的表面结构符号、代号是对该表面加工完工后的要求。有关表面结构的各项规定应按功能要求给定。当仅需要加工但对表面结构的其他规定没有要求时，允许只标注表面结构符号。

1）表面结构的符号、代号一般标注在可见轮廓线、尺寸界线、引出线及其延长线上。符号的尖端必须从材料外指向表面，如图 4-77 所示。

表面结构代号中数字及符号的方向应按图 4-77、图 4-78 所示的方法标注。

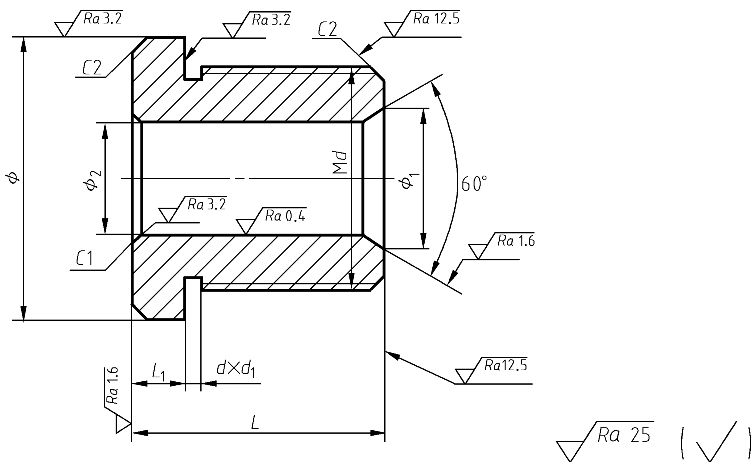


图 4-77　表面结构标注示例

2）带有横线的表面结构符号应按图 4-79 所示的方法标注。

3）在同一图样上，每一表面一般只标注一次符号、代号，并尽可能靠近有关的尺寸线，如图 4-77 所示。

当空间狭小或不便标注时，符号、代号可以引出标注，如图 4-80 所示。

4）当零件大部分表面具有相同的表面结构要求时，对其中使用最多的一种符号、代号可以统一标注在图样的右下角，如图 4-80 所示。

5）当零件所有表面具有相同的表面结构要求时，其符号、代号可在图样的右下角统一

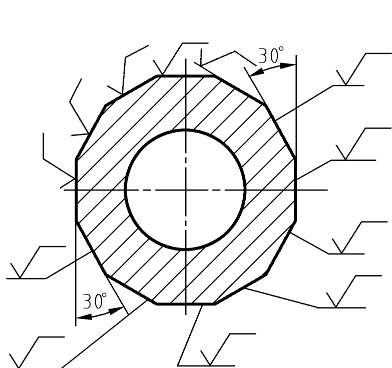


图 4-78　带有横线的表面结构符号标注（一）

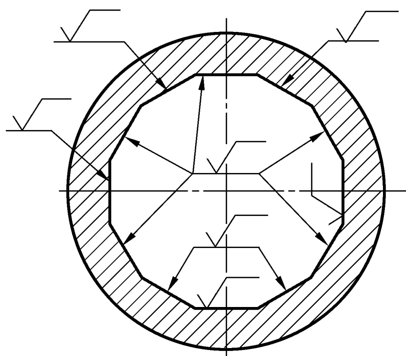


图 4-79　带有横线的表面结构符号标注（二）

标注，如图 4-81 所示。

6）当用统一标注的方法表达表面结构要求时，其符号、代号和说明文字的高度均应是图形上其他表面所注代号和文字的 1.4 倍，如图 4-77、图 4-80 所示。

7）零件上连续表面及重复要素（孔、槽、齿等）的表面（图 4-82）和用细实线连接不连续的同一表面（图 4-80），其表面结构符号、代号只标注一次。

8）零件上同一表面有不同的表面结构要求时，应用细实线画出其分界线，并注明相应的表面结构代号和尺寸，如图 4-83 所示。

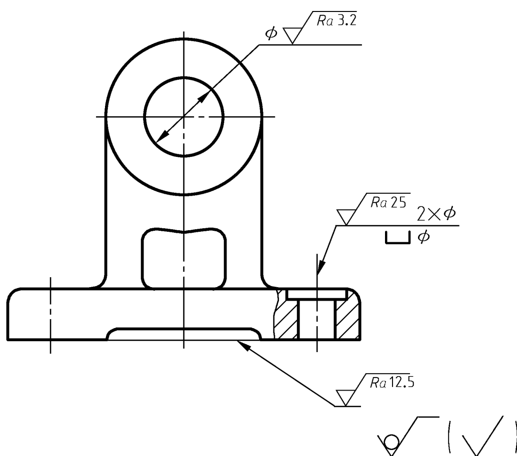


图 4-80　引出标注符号、代号

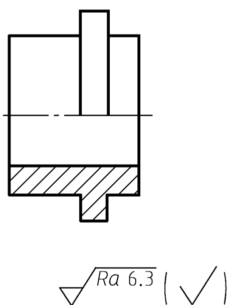


图 4-81　统一标注表面结构符号、代号

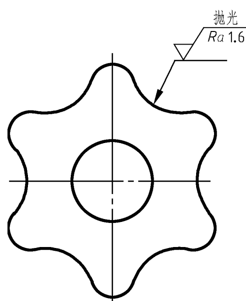


图 4-82　连续表面标注示例

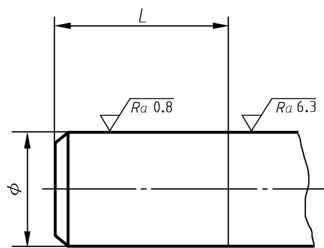


图 4-83　同一表面不同表面结构的标注方法

9）中心孔的工作表面，键槽工作面，倒角、圆角的表面结构代号，可以简化标注，如图 4-84 所示。

10）齿轮、渐开线花键、螺纹等工作表面没有画出齿（牙）形时，其表面结构代号可按图 4-85 ~ 图 4-88 所示的方式标注。

11）需要将零件局部热处理或局部镀（涂）覆时，应用粗点画线画出其范围并标注相应的尺寸，也可将其要求注写在表面结构符号长边的横线上，如图 4-89、图 4-90 所示。

12）为了简化标注方法，或者当标注位置受到限制时，可以标注简化代号，如图 4-91 所示。也可采用省略的注法，如图 4-92 所示，但必须在标题栏附近说明这些简化符号、代号的意义。

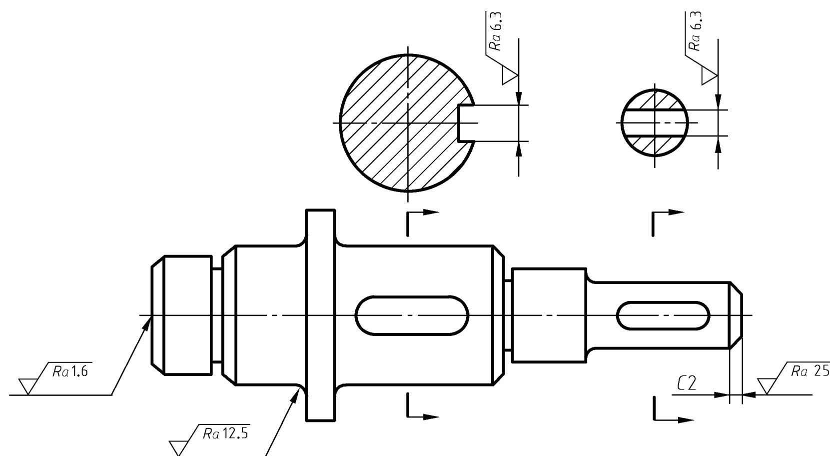


图 4-84 中心孔、键槽、倒角、圆角的表面结构简化注法

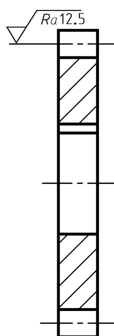


图 4-85 齿轮表面结构标注方法（一）

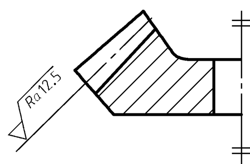


图 4-86 齿轮表面结构标注方法（二）

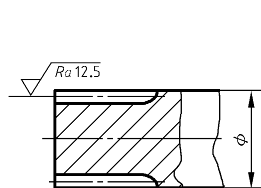


图 4-87 渐开线花键表面结构标注方法

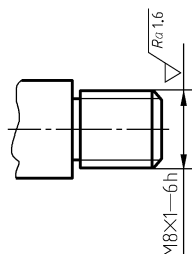


图 4-88 螺纹表面结构标注方法

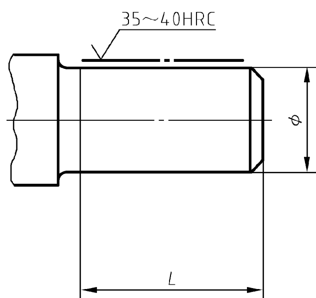


图 4-89 局部热处理表面结构标注方法（一）

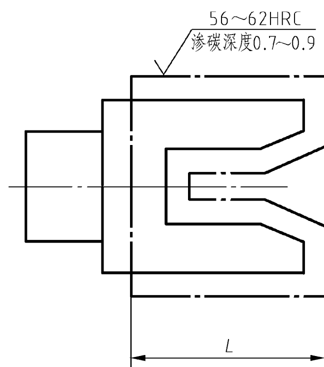


图 4-90 局部热处理表面结构标注方法（二）

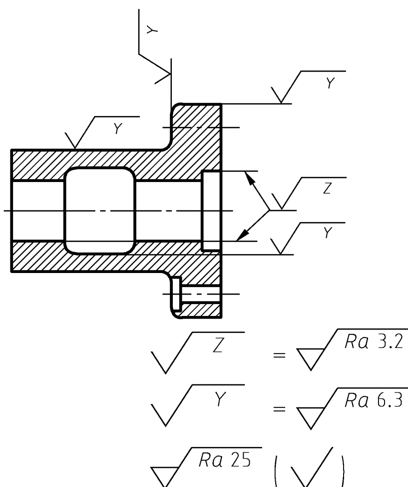


图 4-91　简化代号标注方法（一）

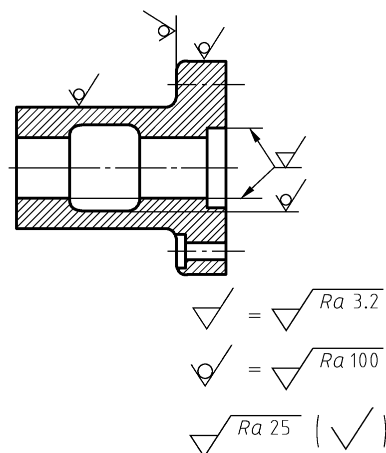


图 4-92　简化代号标注方法（二）

第九节　零 件 测 绘

零件测绘是指根据实际零件画出零件草图，经过整理，最后画出零件工作图。零件测绘是部件测绘的重要一环，在仿制、改造引进设备和修配损坏零件时，都要进行零件测绘。

本节只讨论零件测绘的步骤及常用的测量方法。

一、零件测绘的步骤

1. 分析零件，确定视图表达方案

首先应了解被测零件的名称、用途、材料，然后对零件进行结构分析，弄清各结构的功用、形状及加工方法。在此基础上，根据前面所述典型零件的表达特点，确定该零件的视图表达方案。图 4-93 所示为一简单的支座零件，它由长方形座板、主体空心圆柱、肋板和耳板组成，材料为铸铁。根据它的结构特点，选 *A* 向投影为主视图，该视图可反映零件的形状特征，各部分相对位置清楚，左右对称，可进行半剖视，表达支座的内腔和外形。用俯视图表达底板形状和其上孔的分布位置，再用左视图表达耳板的形状及位置。为了反映肋板的断面形状，可采用移出断面图表示。

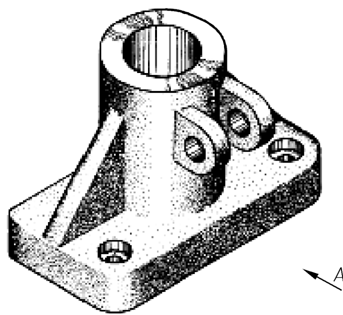


图 4-93　支座立体图

2. 画零件草图

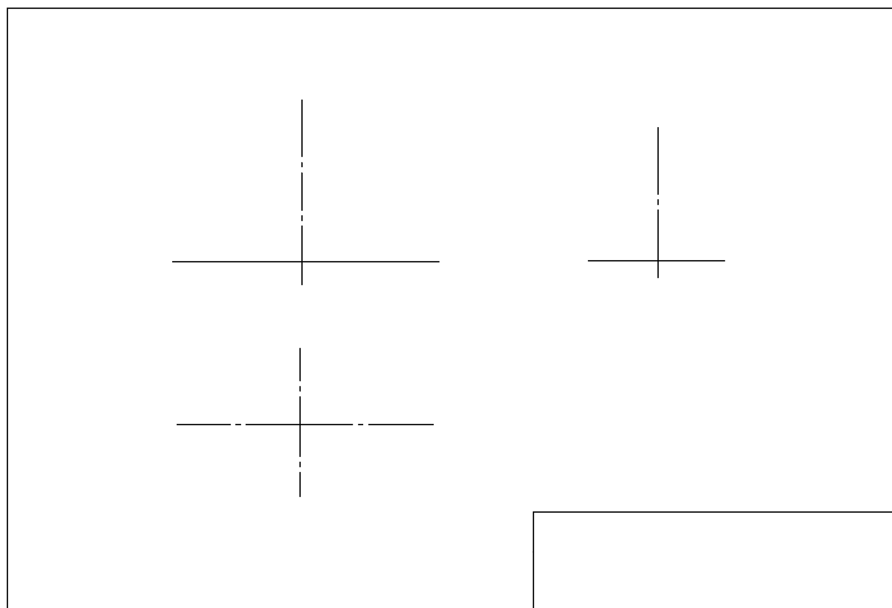
一般测绘经常在现场或生产车间进行，因此，零件草图是徒手目测画在方格纸上或白纸上的。画草图时，要认真细致，做到视图表达正确，尺寸完全，线型分明，图面整洁。

为了达到上述要求，画草图的步骤如下（图 4-94）：

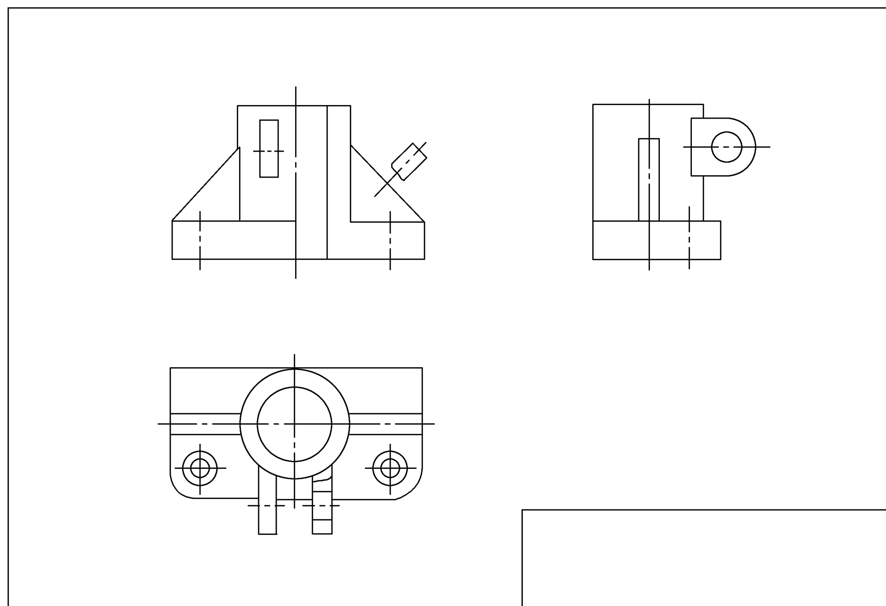
1）根据零件的视图数目和实物大小，选定绘图比例，确定适当图幅，画出图框和标题栏。

2）画出各视图的中心线、轴线、作图基准线，确定出各视图的位置，如图 4-94a 所示。

3）详细画出零件的外部和内部结构形状，一般先画主体结构，再画局部结构，各视图之间要符合投影规律，如图 4-94b 所示。零件的工艺结构，如倒角、铸造圆角、退刀槽等应全部画出，不得遗漏。在不致引起误解的情况下，零件图中的倒角、圆角可以省略不画，但必须注明尺寸，或在技术要求中加以说明。对于零件缺陷，如砂眼、裂纹、摩擦痕迹等不应画在图上。

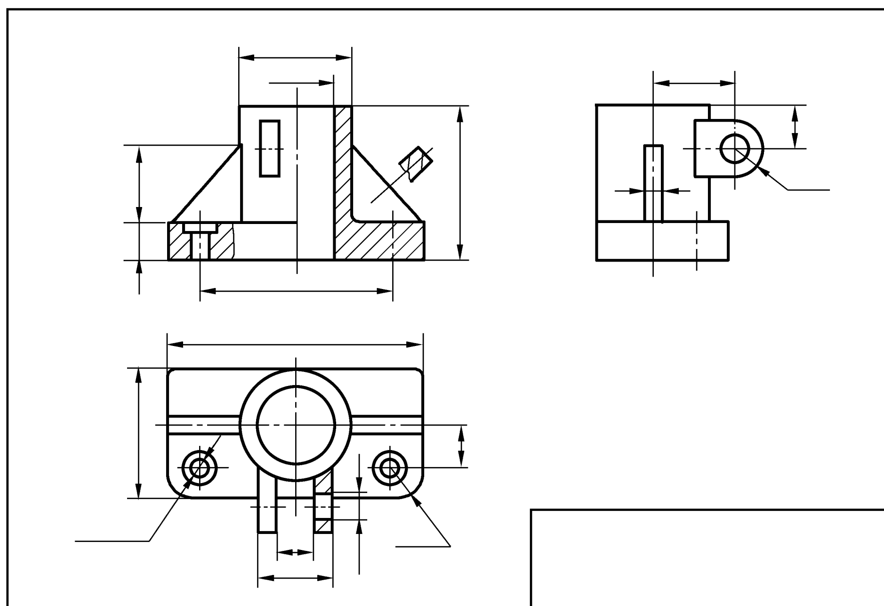


a)

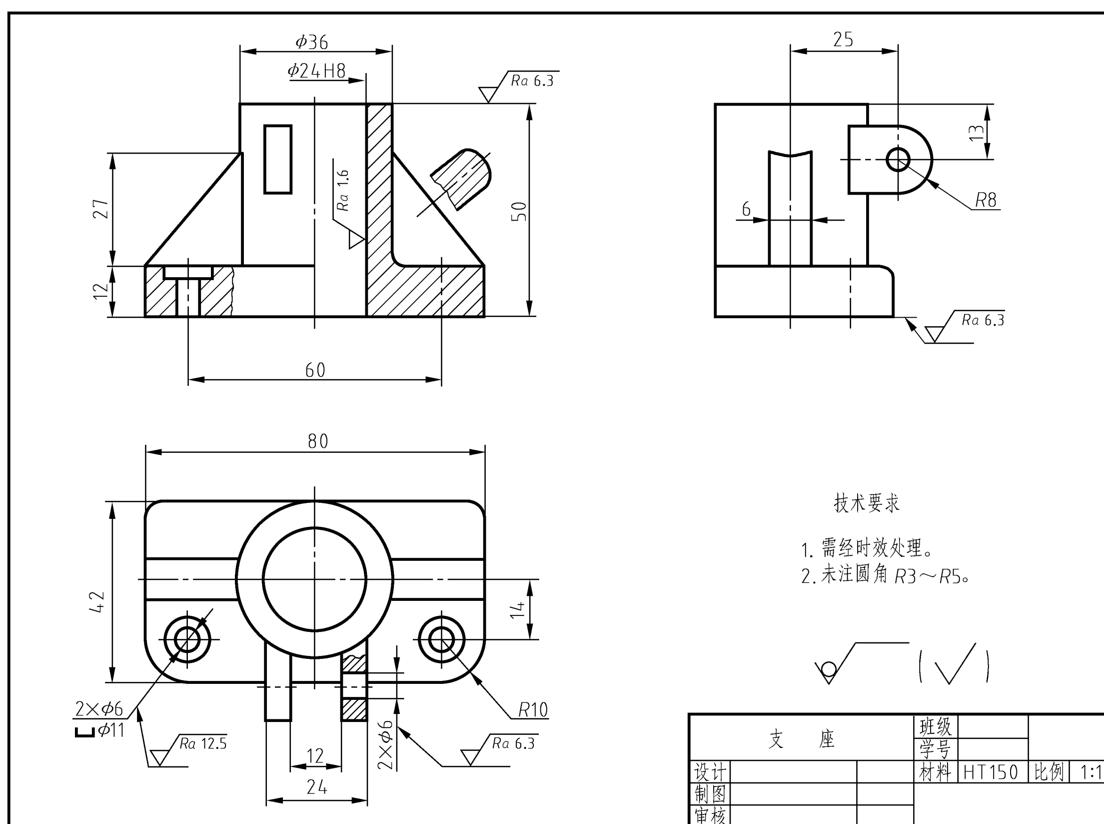


b)

图 4-94　画支座零件草图的步骤



c)



d)

图 4-94 画支座零件草图的步骤（续）

4）选定尺寸基准，按结构分析和形体分析法画出全部尺寸界线和尺寸线。经仔细检查后，按规定线型将图线描深，如图 4-94c 所示。

5）集中测量尺寸，填写尺寸数值。对于标准结构，如键槽、倒角、退刀槽等可直接查表确定尺寸数值。对于螺纹、齿轮，经测量与标准值核对，采用标准的结构尺寸，以便于制造。根据零件的设计要求和作用，注写合理的尺寸公差和各表面的表面粗糙度值。最后填写技术要求和标题栏，如图 4-94d 所示。

3. 画零件工作图

1）画零件工作图之前，应对零件草图进行反复校对，检查零件的视图表达是否完整、清晰，尺寸标注是否完全、合理，尺寸公差、表面粗糙度选用是否恰当，如有问题，应及时纠正。

2）根据零件草图的视图数目，选择合适的比例（尽量用 1∶1）和标准图幅，画出零件工作图。

二、常用的测量方法

1. 测量工具

常用的测量工具有钢直尺、内卡钳和外卡钳，精密的孔或重要的加工表面可用游标卡尺测量。

2. 常用的测量方法

（1）测量直线尺寸　直线尺寸一般可用钢直尺或游标卡尺直接测量，如图 4-95 所示。

（2）测量回转面直径　可用内卡钳测量内径，外卡钳测量外径。测量时，使内、外卡钳上下、前后移动，测得的最大值为其直径尺寸，并在钢直尺上读出测量值。精确的表面可用游标卡尺测量，其测量方法与使用内、外卡钳的测量方法相同，如图 4-96 所示。

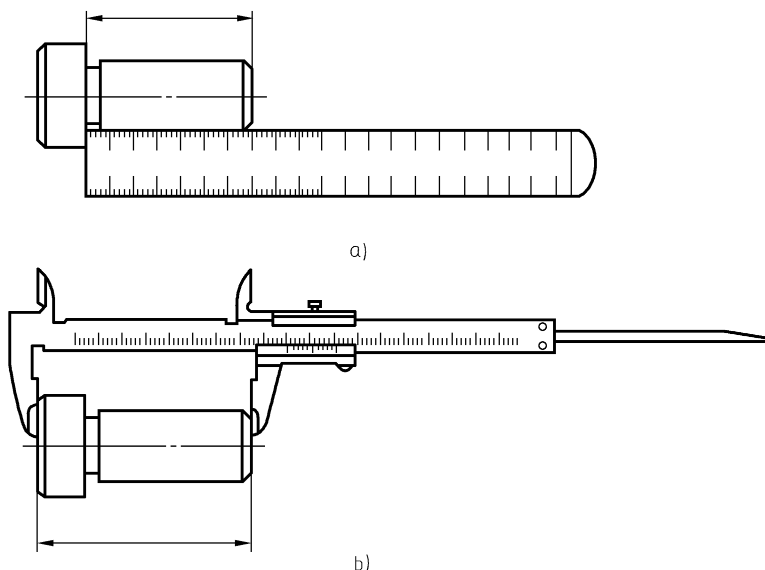


图 4-95　测量直线尺寸

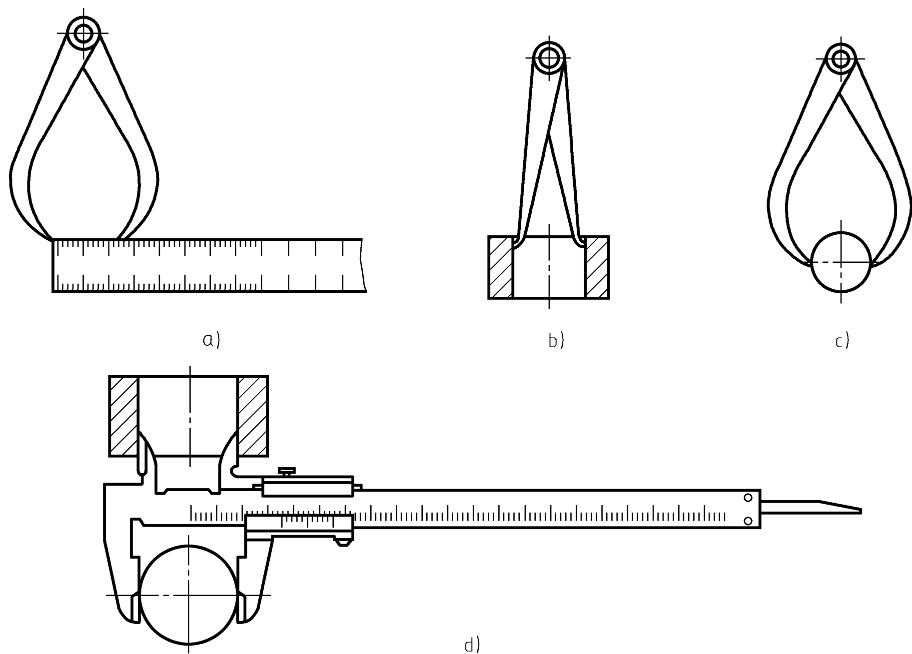


图 4-96　测量直径尺寸

（3）测量壁厚　壁厚一般可用钢直尺直接测量，若不能直接测出，则可用外卡钳与钢直尺组合，间接测出壁厚，如图 4-97 所示。

（4）测量中心高　利用钢直尺和内卡钳可测出孔的中心高，如图 4-98 所示。也可用游标卡尺测量中心高。

（5）测量孔中心距　孔中心距可用内卡钳、外卡钳或游标卡尺测量，如图 4-99 所示。

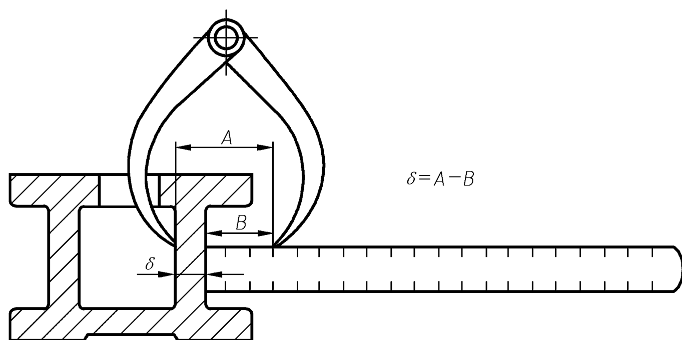


图 4-97　测量壁厚

（6）测量圆角　圆角一般可用圆角规测量。图 4-100 所示是一组圆角规，每组圆角规有很多片，一半测量外圆角，一半测量内圆角，每一片均标有圆角半径的数值。测量时，只要在圆角规中找到与零件被测部分的形状完全吻合的一片，就可以通过测量片上的数值得知圆角半径的大小。

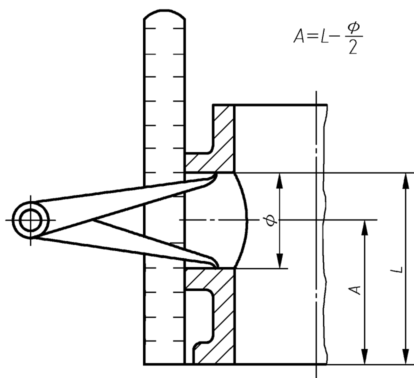


图 4-98　测量中心高

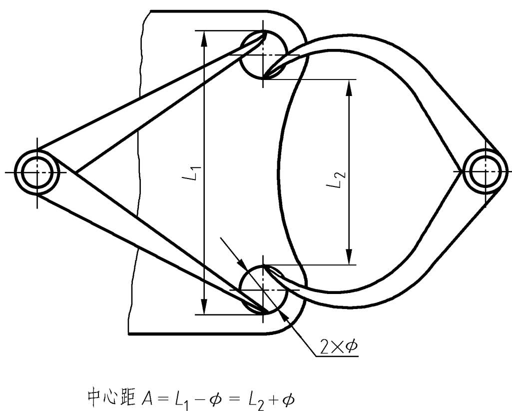


图 4-99　测量孔中心距

（7）测量螺纹　测量螺纹需要测出螺纹的直径和螺距。螺纹的旋向和线数可直接观察出来。对于外螺纹，可测量大径和螺距；对于内螺纹，可测量小径和螺距。螺距可用螺纹规测量。螺纹规由一组带牙的钢片组成（图 4-101），每片的螺距都标有数值，只要在螺纹规上找到与被测螺纹的牙型完全吻合的一片，就可得知被测螺纹的螺距大小。然后把测得的螺距和大、小径的数值与螺纹标准核对，选取与其相近的标准值。

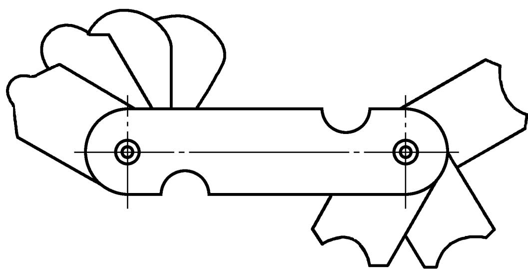


图 4-100　圆角规

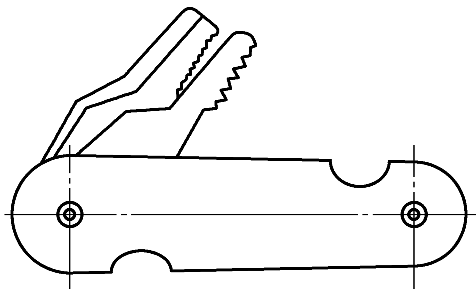


图 4-101　螺纹规

第十节　读 零 件 图

在生产中，读零件图是一项常见且非常重要的工作。在读零件图时，应全面了解该零件的结构形状及各部分结构的尺寸大小，同时还要弄清该零件制造、检验的技术要求，考虑并研究该零件的加工制造过程。

现以图 4-103 所示的滑动镗架的架体零件图为例来说明读零件图的方法和步骤。

1. 概括了解零件

首先看零件图的标题栏，从中了解零件的名称，大体了解零件的功用和形状。从制造该零件所用材料可想到零件制造时的工艺要求。从图的比例和图形的大小可以估计出零件的实际大小。图 4-102 所示零件的名称是架体，材料是 HT150，因此可知它是起支承作用的铸铁

技术要求

1.需经时效处理。
2.未注圆角$R3\sim R5$。
3.倒角尺寸为$C1$。
4.非加工表面涂面漆。
5.燕尾槽及导轨面与滑板研配。
6.燕尾槽及导轨的形状、尺寸用样板检查。



架 体			班级			
			学号			
设计			材料	HT150	比例	1:1
制图						
审核						

图 4-102 滑动镗架的架体零件图

件，在该件上有铸造圆角、起模斜度等结构。如遇到不熟悉的零件，就需要进一步参考有关技术资料（如装配图和技术说明书等文字资料），了解零件在机器或部件中的功用，及其与相关零件的配合和装配关系。进而初步判断零件的主要形状和结构。

然后找出主视图，分析各视图的投射方向，确定各视图间的关系，明确各剖视图及断面图的剖切位置以及各视图的表达目的等。如架体的零件图，采用了主视图、俯视图、左视图、右视图和一个局部放大图。主、俯视图主要表达架体的外形，左视图采用了全剖视表达内腔的结构形状，剖切平面通过左、右方向的对称平面。右视图主要表达T形槽的形状和高度。

2. 分析视图、构思零件的结构形状

在搞清楚各视图关系的基础上，要根据零件的功用及视图的特征，运用形体分析和结构分析的方法，将零件分解成几部分。在各视图上找出各部分的特征视图，再运用视图间的投影关系规律，想象出各部分的结构，最后综合在一起，想象出零件的整体形状。

在分析、想象的过程中，可以先分析想象出大致轮廓，然后分析细节形状；先分析主要部分，后分析次要部分。

构思架体零件的形状可按下列步骤进行：

1）从俯视图的特征图形中可以大体上将架体分成前、后两部分，对照其他视图，可以构思出两部分的大致轮廓（图4-103a）。

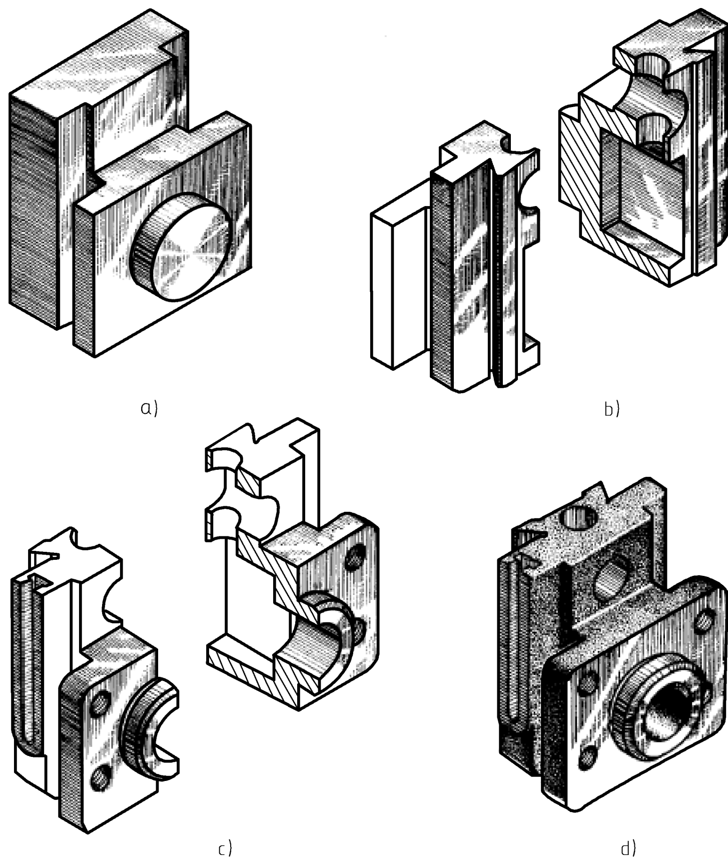


图4-103 构思架体的形状

2）将两部分的细节进行分析，从俯视图前侧可看出有燕尾槽的结构，结合左、右视图可以确定燕尾槽的高度（图 4-103b）。

从左视图可看出架体内腔的形状，联系主视图可以确定其下部由长方形槽和圆柱孔组成，上部是垂直正交的两个圆柱孔，其直径是 ϕ32H7 和 ϕ24mm（图 4-103b、c）。

架体的后部是安装板，把俯视图、主视图及右视图联系起来，便可构思出安装板及其上圆柱形凸台的形状（图 4-103c）。

将俯视图的右侧和右视图联系起来，可构思出架体右侧 T 形槽的结构和高度（图 4-103c）。

3）综合想象零件的整体形状，可构思出架体的完整形状（图 4-103d）。

3. 分析尺寸，找出主要基准和功能尺寸

图上的尺寸是加工制造零件的重要依据。因此，必须对零件的全部尺寸进行仔细的分析。分析时可从两方面考虑，一方面是分析标注尺寸的起点，从而找出尺寸基准；另一方面是要结合极限偏差值及公差带代号和表面粗糙度来分析尺寸，从而找出功能尺寸及确定加工表面的加工方法和要求。

在图 4-102 中，架体左右方向的尺寸都是按对称形式标注的，其基准就是架体左右方向的对称面。设计基准和工艺基准重合。前后方向的尺寸 20mm、36mm、13mm、26mm 和 68mm 等有共同的起点，即 *C* 面。*C* 平面是主要基准（即设计基准）。尺寸 104mm 和 16mm 也有共同的起点，即 *D* 面。*D* 平面是辅助基准（即工艺基准）。因此，用同样的方法也可以看出高度方向的尺寸基准为架体 ϕ70h6 圆柱面的轴线和架体的底面，两者分别作为主要基准和辅助基准。架体在铸造出毛坯后，即按这些基准画线，然后加工。

为保证架体与其他零件的装配精度，架体上有配合要求的尺寸 ϕ70h6、ϕ32H7、（30±0.05）mm、$40^{+0.03}_{0}$mm，与安装有关的尺寸（38±0.3）mm、（60±0.2）mm、（108±0.2）mm、$10^{+0.2}_{0}$mm，连接尺寸 4×M16mm，这些尺寸都是功能尺寸。其他定形、定位尺寸，请读者自行分析。

4. 读技术要求，明确制造、检验的要求

零件图中的技术要求是制造零件的一些质量指标，加工过程中必须采取相应的工艺措施予以保证。因此，看图时对于表面粗糙度、极限偏差、几何公差及其他技术要求等项目，要逐项仔细分析，然后根据现有加工条件确定合理的加工方法，制订正确的制造工艺，以保证提高产品质量。

技术要求一般用文字说明，也可用符号标于图形中。ϕ70h6 的圆柱面和 *A* 平面的表面结构要求均为 $\sqrt{Ra\ 1.6}$，且它们之间的垂直度误差不得大于 0.03mm，这两个表面应该在车床上装夹，一起精车后，再经磨床磨削完成。燕尾槽的 *C* 平面和两斜面的表面结构要求也均为 $\sqrt{Ra\ 1.6}$，且 *C* 面对 *A* 面的平行度误差不得大于 0.03mm，*C* 平面在刨床上加工后，也要经磨削才能完成。由于架体坯料是铸件，因此铸造圆角 *R*3～*R*5、非加工表面涂漆都要用文字进行说明。燕尾槽及导轨加工和检查的要求，也要用文字进行说明。

思 考 题

1. 选择题

（1）回转体类零件的主视图________。

a. 应选择工作位置　　　　　　　b. 应选择加工位置（轴线横放）

（2）选择投射方向时，应使主视图________。

a. 最能反映零件的特征　　　　　b. 最容易绘制

（3）选择一个零件视图个数的原则是，________。

a. 一般选三个视图，尽可能利用三个视图表达内、外结构

b. 应在完整、清晰地表达零件内、外结构的前提下，选择最少的视图个数

（4）同一零件的内形与外形，两个相邻零件的形状________。

a. 应当协调和呼应　　　　　　　b. 相互无关

（5）零件的结构形式________。

a. 与零件的功能和选用的材料密切相关

b. 不管是否满足功能要求，必须选型美观

2. 判断题（正确的画√，错误的画×）

（1）零件图的主视图应选择稳定放置的位置。(　　)

（2）在零件图的视图中，不可见部分一般用虚线表示。(　　)

（3）表达一个零件，必须画出主视图，其余视图和图形按需要选用。(　　)

（4）铸造零件应当壁厚均匀。(　　)

（5）上极限偏差、下极限偏差可以是正值、负值或零。(　　)

（6）对同一公称尺寸而言，IT9 比 IT18 的标准公差值小。(　　)

（7）基本偏差代号可以用大写字母表示，也可以用小写字母表示。(　　)

（8）尺寸公差的公差带代号必须将基本偏差代号写在左方，公差等级写在右方，如 H9。(　　)

第五章

装 配 图

第一节 装配图的作用和内容

一台比较复杂的机器是由许多零部件装配而成的。图 5-1 所示是齿轮泵的立体图，该部件由 18 个零件组成，它的工作原理和装配关系等可由图 5-2 来反映，这种表达机器或部件的图样称为装配图。

一、装配图的作用

装配图是用来表示机器或部件的图样。它反映了机器或部件的整体结构、工作原理和零件之间的装配连接关系，是设计和绘制零件图的主要依据，也是产品装配、调试、安装、维修等环节中的主要技术文件。

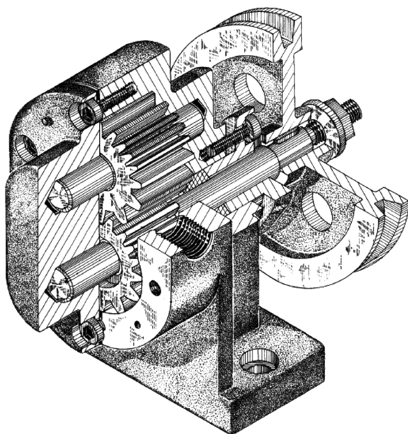


图 5-1 齿轮泵立体图

二、装配图的内容

由图 5-2 可见，一张完整的装配图主要包括以下四方面内容：

1. 一组视图

视图用来表达机器或部件的工作原理，零件间的相互位置、配合关系、连接方式和定位方法以及主要零件的结构形状。

2. 必要的尺寸

用来表示机器或部件的规格、性能以及装配、安装、检验、运输等方面所需要的尺寸。

3. 技术要求

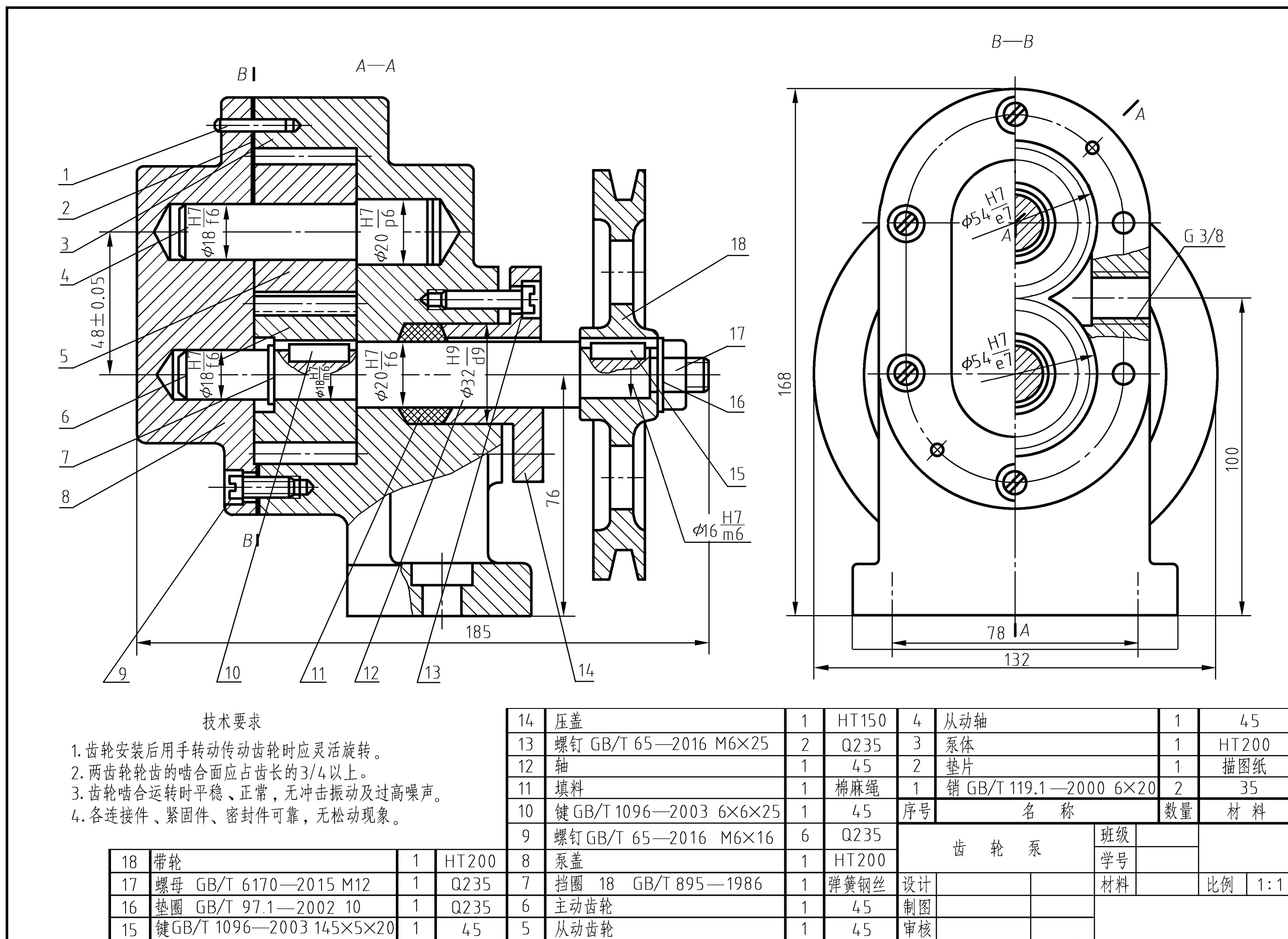
用文字或符号在装配图上说明对机器或部件的装配、检验要求和使用方法等。装配图上的技术要求一般包括以下几方面内容：

1）对机器或部件在装配和检验时的具体要求。

2）关于机器性能指标方面的要求。

3）安装、运输以及使用方面的要求。

4）有关试验项目的规定等。



技术要求

1. 齿轮安装后用手转动传动齿轮时应灵活旋转。
2. 两齿轮轮齿的啮合面应占齿长的3/4以上。
3. 齿轮啮合运转时平稳、正常，无冲击振动及过高噪声。
4. 各连接件、紧固件、密封件可靠，无松动现象。

序号	名称	数量	材料
18	带轮	1	HT200
17	螺母 GB/T 6170—2015 M12	1	Q235
16	垫圈 GB/T 97.1—2002 10	1	Q235
15	键GB/T 1096—2003 145×5×20	1	45
14	压盖	1	HT150
13	螺钉 GB/T 65—2016 M6×25	2	Q235
12	轴	1	45
11	填料	1	棉麻绳
10	键 GB/T 1096—2003 6×6×25	1	45
9	螺钉 GB/T 65—2016 M6×16	6	Q235
8	泵盖	1	HT200
7	挡圈 18 GB/T 895—1986	1	弹簧钢丝
6	主动齿轮	1	45
5	从动齿轮	1	45
4	从动轴	1	45
3	泵体	1	HT200
2	垫片	1	描图纸
1	销 GB/T 119.1—2000 6×20	2	35

齿 轮 泵	班级		
	学号		
设计	材料	比例	1:1
制图			
审核			

图 5-2 齿轮泵装配图

4. 零件的序号、明细栏和标题栏

为了便于看图和生产管理，对部件中的每种零件都要编写序号，每种零件的序号要与明细栏中的序号一致。标题栏中要写明部件的名称、设计者姓名以及设计单位等。明细栏中要填写零件名称、序号、材料、标准件的规格尺寸、数量等。

第二节　装配图的表达方法

为了恰当地表达机器或部件的工作原理和装配关系等内容，除了合理地运用视图、剖视图、断面图等方法外，还应熟悉装配图表达时的规定画法和特殊表达方法。

一、装配图的规定画法

1）两个相邻零件的接触面和配合面，规定只画一条线，如图 5-2 主视图中泵盖 8 与齿轮 5、6 的接触面，左视图中齿轮与泵体 3 的配合表面均画一条线。但当相邻两零件的公称尺寸不同时，即使间隙很小，也必须画出两条线，如主视图中压盖 14 与轴 12 之间应画两条线。

2）在剖视图中，相邻两个零件的剖面线方向应相反或一致而间距不相等，如图 5-2 中压盖 14 与泵体 3 的剖面线方向即相反，而齿轮 6 与泵体 3 的剖面线方向一致，但间距不相等。

3）在装配图中，对于螺栓等紧固件及实心的轴、手柄、连杆、球和键等零件，当剖切平面通过其基本轴线时，这些零件均按不剖绘制，即不画剖面线，如图 5-2 主视图中的轴、螺钉及键、销等。当必须用剖视表达时，可采用局部剖视，如对轴 12 所取的局部剖视。若剖切平面垂直其轴线，则应画出剖面线，如左视图中的轴、螺钉及销钉。

4）在剖视图或断面图中，当零件的厚度在 2mm 以下时，允许用涂黑代替剖面符号，如主视图中垫片 2 的画法。

二、装配图的特殊表达方法

1. 沿接合面剖切或拆卸画法

为了表达部件的内部结构或被某些零件遮挡住的部分结构，可假想沿着两个零件的接合面进行剖切，这时零件的接合面不画剖面线，其他被剖切的零件则要画剖面线，如图 5-2 中的 *B*—*B* 剖视。也可以假想将某些零件拆卸后绘制，这种画法称为拆卸画法。如图 5-3 中的俯视图是按拆去轴承盖、螺母、螺栓等零件绘制的。这种画法需要时可加标注“拆去××”，如“拆去轴承盖、上轴衬等零件”。但应注意，拆卸画法是一种假想画法，并不代表机器中没有这些零件，所以在其他视图上，仍应画出它们的投影。

2. 假想画法

在装配图中，当需要表示某些零件的运动范围或极限位置时，可用双点画线画出轮廓表示该运动件的极限位置，如图 5-4 所示手柄 7 极限位置的表示

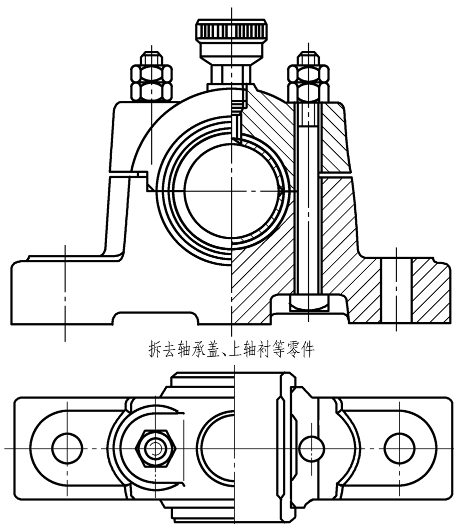


图 5-3　轴承座的装配图



技术要求

1. 活塞行程为24mm。
2. 出油量为1.8L/100次往复。
3. 压缩压力为5～10kPa。
4. 最大吸程为600mm。

序号	名　　称	数量	材　　料
19	护罩	1	Q235
18	螺钉 GB/T 65—2016 M6×10	4	Q235
17	垫圈	1	纯铜石棉垫
16	空心螺栓	1	45
15	弹簧	1	碳素弹簧钢丝
14	螺母	1	45
13	弹簧挡圈	1	碳素弹簧钢丝
12	弹簧	2	碳素弹簧钢丝
11	弹簧垫	2	Q235
10	球	2	45
9	空心螺栓	1	45
8	销钉	1	45
7	手柄	1	Q235
6	开口销 GB/T 91—2000 2×10	3	Q235
5	销钉	2	45
4	连接板	2	Q235
3	活塞环	2	耐油橡胶
2	活塞	1	45
1	泵体	1	HT150

手压润滑油泵			班级		
			学号		
设计			材料		比例 1:1
制图					
审核					

图 5-4　手压润滑油泵装配图

方法。当需要表达该部件与相邻部件的装配情况时，也可用双点画线画出相邻部件的轮廓，如图 5-4 主视图中进、出油口的接头部分。

3. 简化画法

1）在同一视图中重复出现的某些相同结构（如相同的螺栓连接、滚动轴承等），允许在一处较详细地画出，其余可只表示其中心位置，如图 5-5 所示。

2）零件的某些工艺结构如圆角、倒角、退刀槽等允许不画。螺栓头部和螺母也允许按简化画法画出，如图 5-5所示。

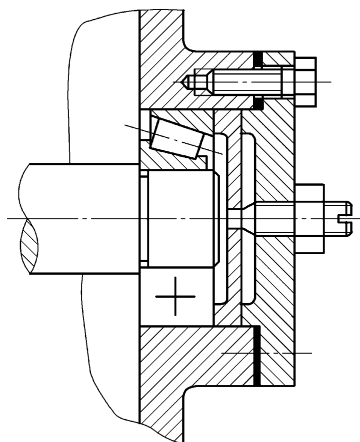


图 5-5　装配图的简化画法

4. 夸大画法

在装配图中，当直径、间隙或厚度小于 2mm 时，以及较小的斜度与锥度等，允许该部分不按原绘图比例绘制，而适当夸大画出以使图形清晰。这种表示方法称为夸大画法，如图 5-2 主视图中垫片 2 的画法。

第三节　装配图的尺寸标注

作为表达机器或部件的图样，装配图并不是制造零件时的直接依据，所以装配图中不应标注出零件的全部尺寸，而只需注出必要的尺寸。这些尺寸的分类如下。

1. 性能或规格尺寸

表示机器或部件性能或规格的尺寸。如图 5-2 中的 G3/8、图 5-4 中的 ϕ8mm，表示了泵进、出油口的直径大小，它与单位时间的流量有关。

2. 装配尺寸

装配尺寸由两部分组成，一部分是零件之间的配合尺寸，如图 5-2 中轴与带轮的配合尺寸 $\phi16\,\frac{H7}{m6}$，图 5-4 中活塞与泵体的配合尺寸 $\phi36\,\frac{H9}{f9}$；另一部分是与装配有关的零件之间的相对位置尺寸，如图 5-2 中两齿轮的中心距（48±0. 05）mm、油口高度 100mm、主动轴高度 76mm 等都属于这类尺寸。

3. 安装尺寸

表示机器或部件安装时所需要的尺寸。如图 5-4 中安装板的定形尺寸为 100mm、60mm、10mm，螺栓孔的定位、定形尺寸为 70mm、35mm、ϕ10mm 等。

4. 外形尺寸

表示机器或部件的总长、总宽和总高。如图 5-4 中的 225~235mm、165mm 和 80mm，图 5-2 中的 185mm、132mm 和 168mm，它们表示了机器或部件在包装、运输和安装时所占空间的总体大小。

除了以上四类尺寸外，考虑机器或部件的装配以及零件设计的需要，有时还需注出运动件运动范围尺寸、主要零件的主要结构尺寸、轴向零件的定位尺寸等一些其他尺寸。

第四节　装配图中的零部件序号和明细栏

为了便于读装配图、管理图样和组织生产，装配图中需编写全部零部件的序号和明细栏。

一、零部件序号

编写零部件序号时应遵守国家标准的有关规定。

1）所有的零部件均应编写序号，但相同的零部件一般只编一个序号，并在明细栏中填写该零部件的名称、数量、材料和规格等。

2）序号写在指引线一端用细实线绘制的横线上方或圆内，字高比图中尺寸数字大一号或两号（图 5-6a）；序号也可直接写在指引线的非零件端附近，字高比尺寸数字大一号或两号（图 5-6b）。在同一装配图中应采用一致的编号形式。

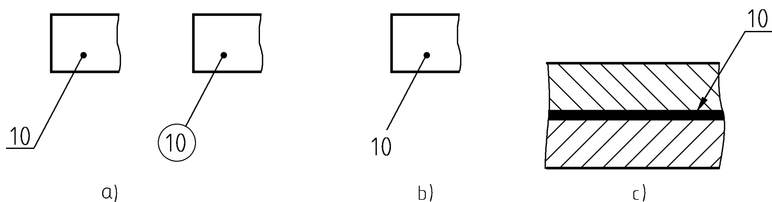


图 5-6　序号的编写形式

指引线（用细实线）应自所指零件投影的可见轮廓内引出，并在末端画一圆点（图5-6 a、b）。如所指引部分是很薄的零件，可在指引线末端画出箭头，并指向该部分的轮廓（图 5-6c）。

3）各指引线不允许相交。当通过画有剖面线的区域时，不应与剖面线平行。必要时指引线可画成折线，但只允许弯折一次（图 5-7）。

4）一组紧固件或装配关系清楚的零件组可采用公共指引线（图 5-8）。

5）编写序号时应按水平或垂直方向排列整齐。为便于读图，序号应按顺时针或逆时针方向顺序排列（图 5-2）。

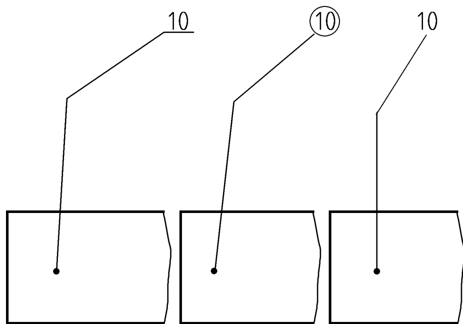


图 5-7　折线指引线

二、明细栏

明细栏是装配图中全部零部件的详细目录，内容一般有序号、代号、名称、数量、材料、质量、备注等项目。明细栏中的序号应与图中相应零部件的序号一致。

明细栏一般配置在标题栏上方，自下而上按顺序填写（图 5-4）。；当图中位置不够时，明细栏允许向左移成几列（图 5-2）。特殊情况下，明细栏可不画在图上，而作为装配图的续页按 A4 幅面单独给出。

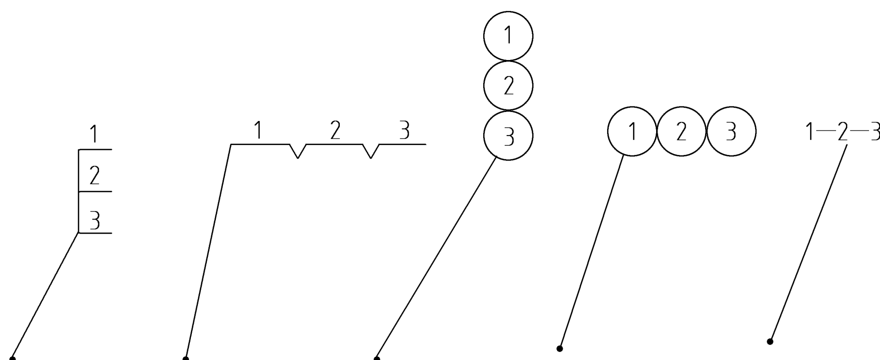


图 5-8 零件组的指引线形式

第五节 装配结构简介

在机器设计中，应考虑装配结构的合理性，以保证机器工作性能可靠，安装、维修方便。下面对常见的装配结构做简要介绍。

一、接触面与配合面结构

1）两个零件在同一方向上的接触面一般不得多于一个，否则会给加工和装配带来困难（图 5-9）。

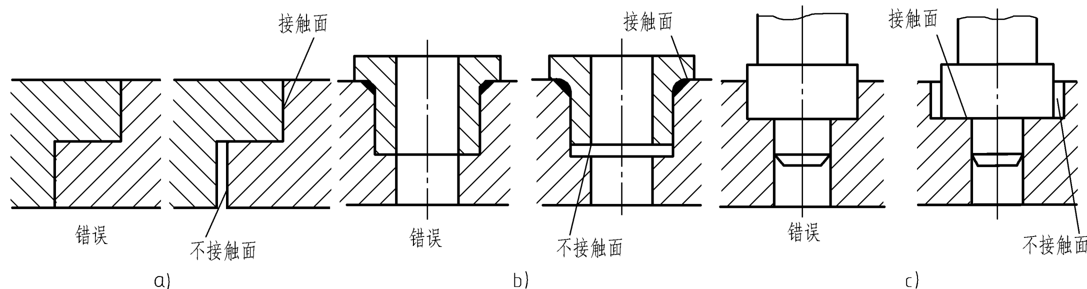


图 5-9 接触面不得多于一个的示例

2）轴与孔配合且端面互相接触时，孔应倒角或在轴的根部加工出槽，以保证端面良好接触；配合轴段的长度应小于孔的长度，以保证轴端连接紧固（图 5-10）。

二、安装与拆卸结构

1）螺栓连接时，孔与箱壁之间应留有足够的空间，以保证安装的方便性和可能性（图 5-11）。

2）销定位时，在可能的情况下应将销孔制成通孔的形式，以便在拆卸时容易把销取出（图 5-12）。

3）在滚动轴承装配结构中，与外圈接合零件的轴孔直径及与内圈接合的轴肩直径应取合适的尺寸，以便于轴承的拆卸（图 5-13）。

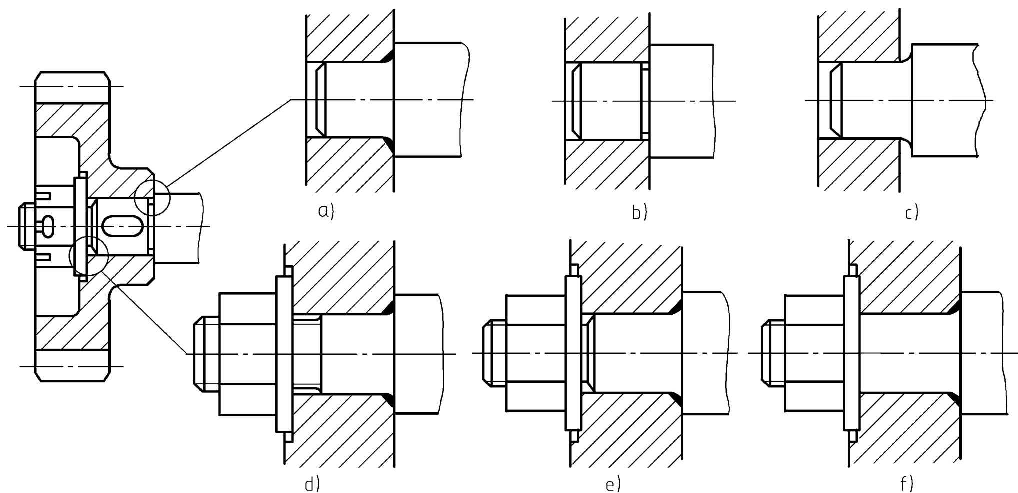


图 5-10 轴与孔配合时的正确结构

a)、b)、d)、e) 正确 c)、f) 错误

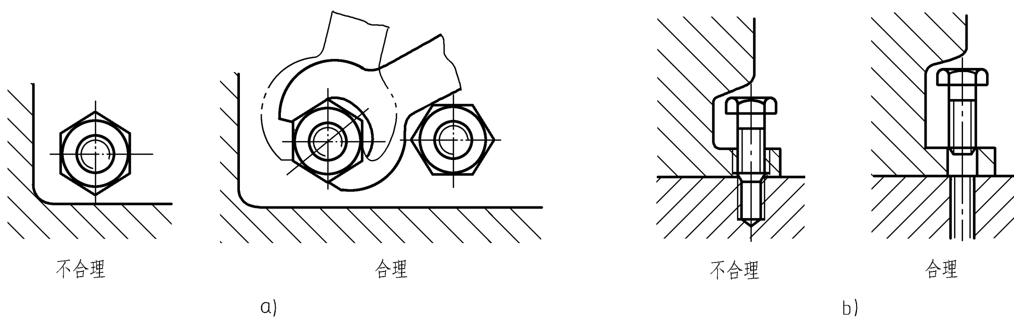


图 5-11 用螺栓连接时的结构

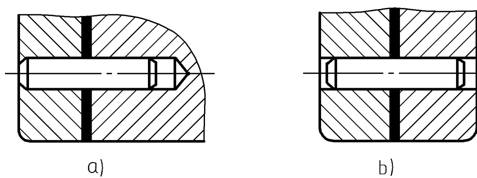


图 5-12 销定位结构

a) 销定位 b) 定位销孔制成通孔

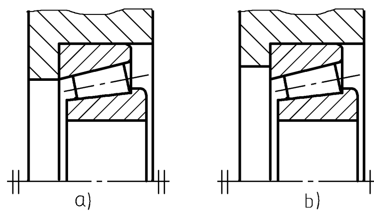


图 5-13 滚动轴承的装配

a) 不合理 b) 合理

三、密封结构

为防止机器内部的液体或气体向外渗漏，也防止灰尘等进入机器，常采用密封装置。图 5-14 所示为两种密封结构。

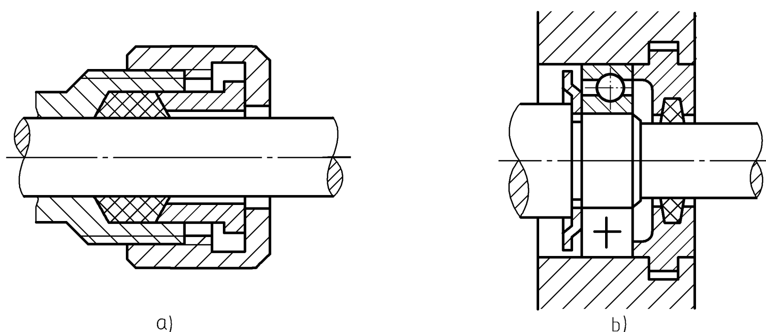


图 5-14　密封结构

第六节　机器测绘与装配图绘制

机器测绘与装配图绘制是设计人员的必备技能和常见工作。下面介绍绘制装配图的方法和步骤，并简要介绍机器测绘的方法。

一、机器测绘

机器测绘是指根据现有的机器或部件，绘制出全部非标准零件的草图，再根据这些草图绘制出装配图和零件图的过程。它对现有设备的改进、维修、仿造和先进技术的引进有着重要意义。下面以图 5-1 所示的齿轮泵为例进行简要介绍。

1. 分析了解测绘对象

首先通过多种渠道了解测绘对象的使用情况和改进意见，全面分析了解其工作原理、装配关系和结构特点。

齿轮泵是用于机器润滑系统的部件。其工作原理如图 5-15 所示，当泵体中的一对齿轮啮合传动时，吸油腔一侧的轮齿逐渐分离，退出啮合，齿间的容积逐渐增大形成局部真空，油箱中的油液在外界大气压力作用下，经吸油管进入吸油腔。吸入齿间的油液随齿轮旋转被带到左侧压油腔。由于左侧轮齿逐渐进入啮合而使齿间容积逐渐减小，油液被挤压形成高压油，经出油口输送到压力油路中去。

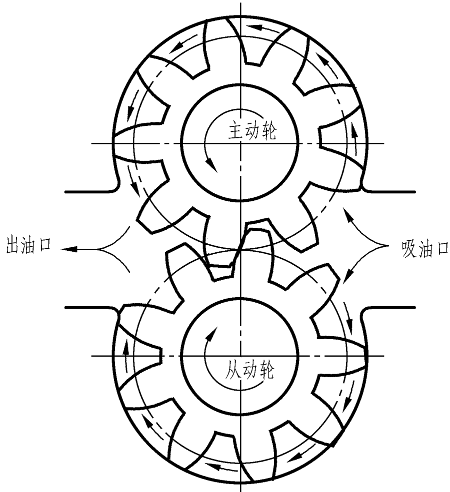


图 5-15　齿轮泵工作原理图

一对齿轮分别安装在主、从动轴上，轴的两端由泵体和泵盖支承，泵盖与泵体间由螺钉连接、销定位，其间形成工作时需要的封闭容积，泵盖和泵体接合面间由垫片密封和调整间隙。齿轮泵工作时的运动和动力由带轮经主动轴传入。

2. 画装配示意图，拆卸零件

在了解测绘对象的基础上，为了记录零件间的相对位置、工作原理和装配关系，为

绘制装配图做好准备，应先画出装配示意图。运用机构运动简图规定符号画出示意图后，要同时给各零件编上序号或写出其名称，如图 5-16 所示。然后准备拆卸零件并绘出零件草图。

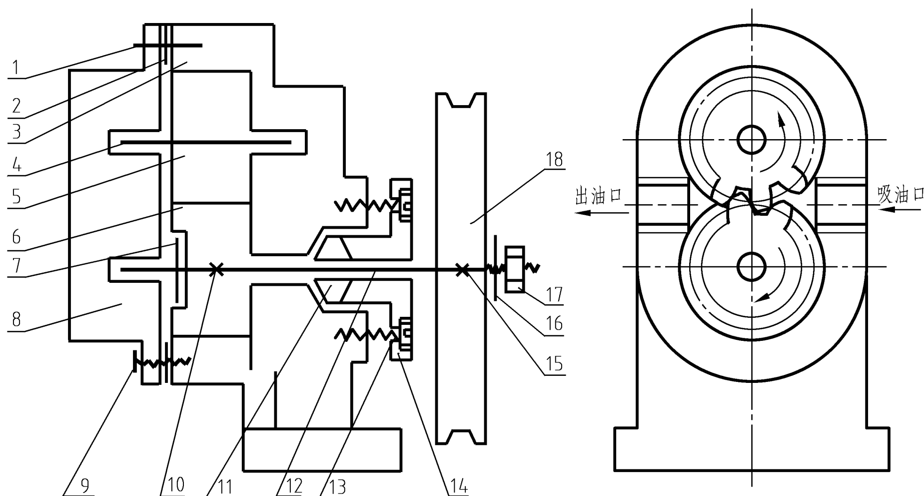


图 5-16 齿轮泵工作示意图

在拆卸零件时应注意以下几点：

1）注意拆卸顺序，严防破坏性拆卸，以免损坏机器零件或影响精度。

2）拆卸后要将各零件按类妥善保管，防止混乱和丢失。

3）要将所有零件进行编号登记并注写零件名称，为每个零件配备对应的标签。

3. 画零件草图

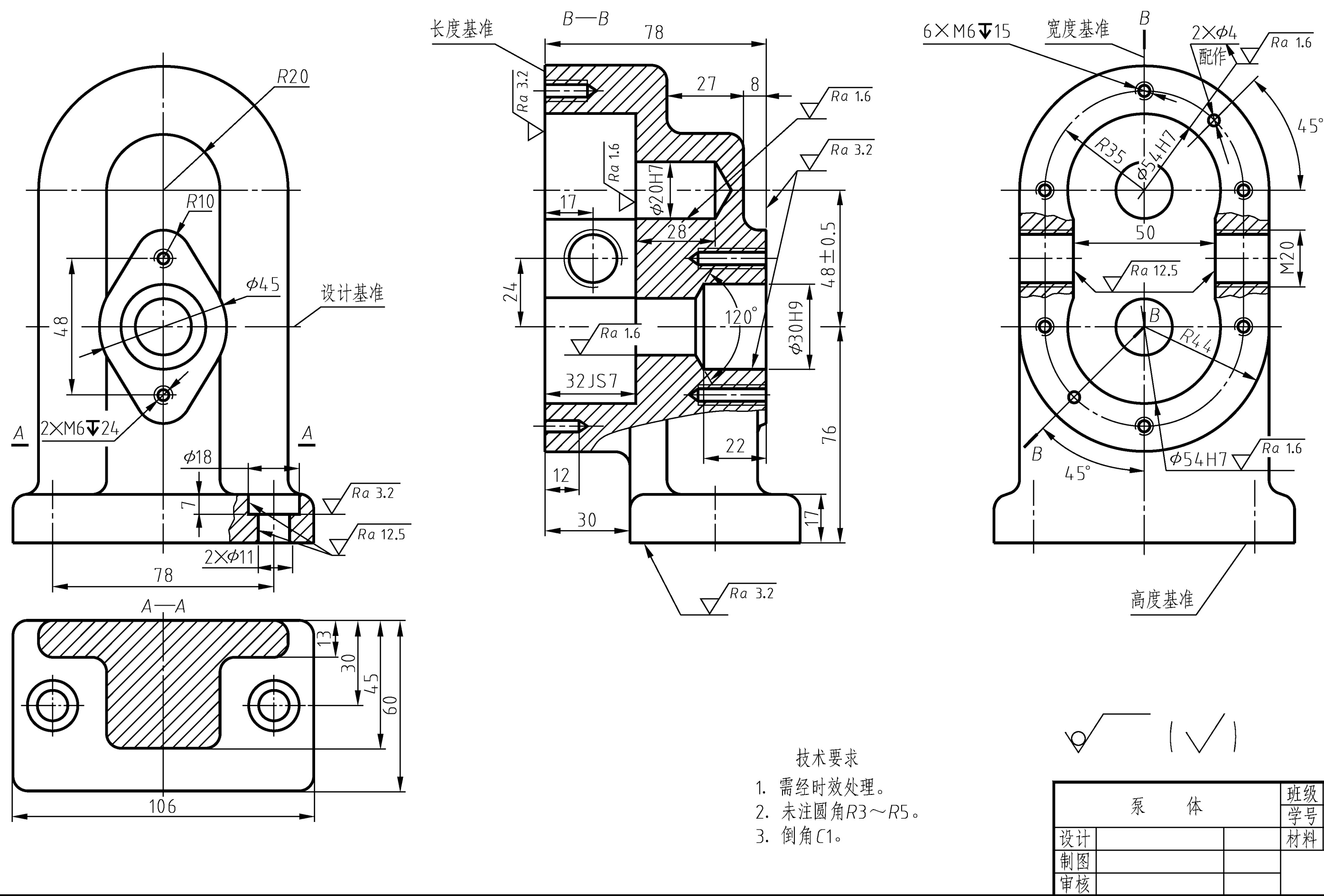
部件中的零件可分为两类。一类是标准件，如螺栓、垫圈、螺母、键、销及轴承等，只要测出其规格尺寸，然后查阅标准手册，按规定标记登记在标准明细栏内（如螺钉 GB/T 65 M16×16），不必画草图。另一类零件为非标准件，应画出全部的零件草图。零件草图是用徒手、目测的方法画出的图，而不是潦草的图，它的内容和要求与零件工作图相同，是绘制零件工作图的依据。因此，绘制草图同样应做到表达完整、线型分明、尺寸齐全、字体工整、图面整洁，并要注明零件的名称、编号和件数、材料以及必要的技术要求等。图 5-17 所示为齿轮泵的零件图。

二、绘制装配图的方法和步骤

现仍以齿轮泵为例介绍绘制装配图的方法和步骤。

1. 选择视图

（1）选择主视图 主视图的选择应符合该部件的工作位置或习惯放置位置；应尽可能反映该部件的结构特点、工作状况以及零件之间的装配连接关系；应能明显地表示出部件的工作原理；主视图通常取剖视，以表达零件主要装配干线（如工作系统、传动线路）。图5-2所示是齿轮泵的装配图，它的主视图采用局部剖视，将齿轮之间的啮合情况及所有零件之间的装配关系表达得比较清楚，同时也符合其工作位置。



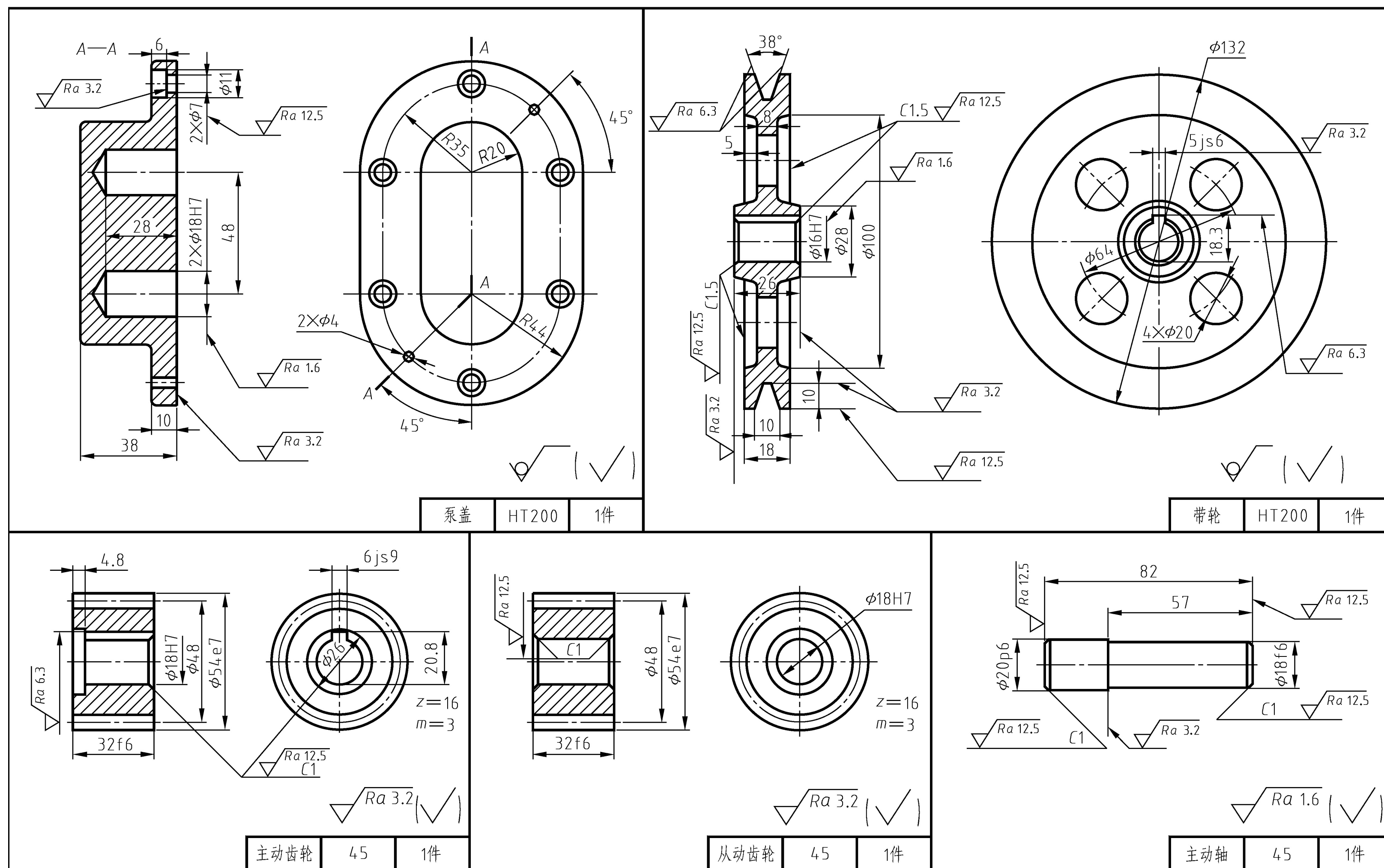
技术要求

1. 需经时效处理。
2. 未注圆角R3～R5。
3. 倒角C1。

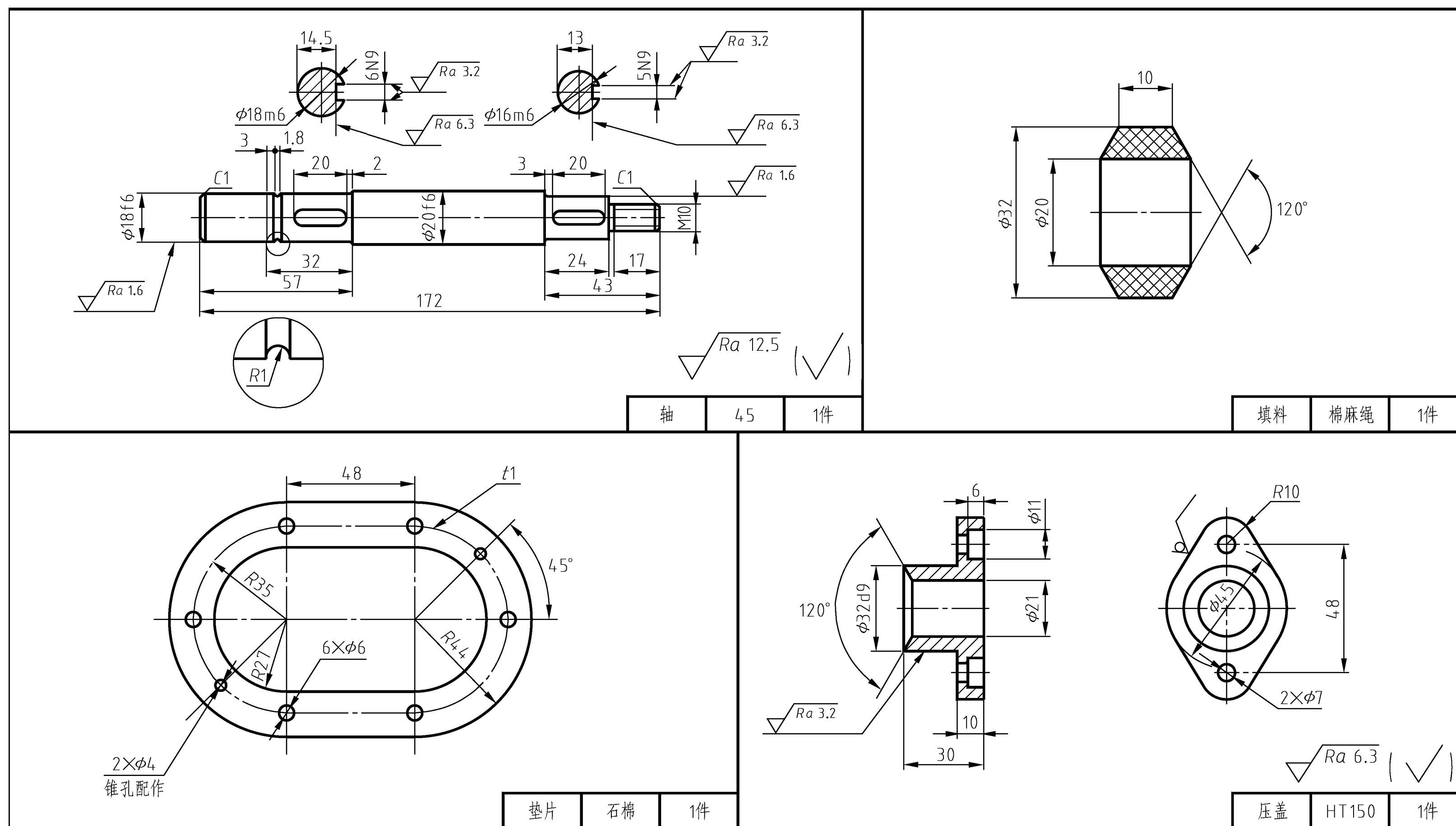
<table>
<tr><td colspan="3" rowspan="2">泵　　体</td><td>班级</td><td></td><td colspan="2" rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>学号</td><td></td></tr>
<tr><td>设计</td><td></td><td></td><td>材料</td><td>HT200</td><td>比例</td><td>1:1</td></tr>
<tr><td>制图</td><td></td><td></td><td colspan="4" rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>审核</td><td></td><td></td></tr>
</table>

a)

图 5-17　齿轮泵零件图


A—A
6
Ra 3.2
φ11
2×φ7
Ra 12.5
28
2×φ18H7
48
Ra 1.6
10
38
A
R35
R20
45°
2×φ4
R44
泵盖
HT200
1件
38°
Ra 6.3
8
5
C1.5
Ra 12.5
Ra 1.6
φ16H7
φ28
φ100
26
10
18
φ132
Ra 3.2
5js6
18.3
φ64
4×φ20
Ra 6.3
带轮
HT200
1件
4.8
6js9
φ18H7
φ48
φ54e7
φ26
20.8
z=16
m=3
32f6
Ra 12.5
C1
Ra 3.2
主动齿轮
45
1件
φ18H7
C1
从动齿轮
45
1件
82
57
φ20p6
φ18f6
主动轴
45
1件
Ra 1.6

b)



c)

图 5-17 齿轮泵零件图（续）

（2）选择其他视图　其他视图的选择应能补充主视图尚未表达或表达不够充分的部分。一般情况下，部件中的每一种零件至少应在视图中出现一次。如图 5-2 所示，增加一个左视图，表达出齿轮泵的工作原理及端盖的定位、装配形式，同时也把泵体上两个安装孔表示出来。

如果部件比较复杂，还可以将几种表达方案进行比较，最后选定一个较好的表达方案。

2. 确定绘图比例、图纸幅面，画出各视图的基准线

在表达方案确定以后，根据部件的总体尺寸和绘图比例选用标准的图纸幅面，然后按视图数量及大小进行合理布图（布图时应同时考虑标题栏、明细栏、零件编号、标注尺寸和技术要求等所需位置），绘制出各视图的主要基准线，如图 5-18 所示。

3. 绘制部件的主体结构

不同的机器设备或部件，都有决定其特性的主体结构，在绘图时必须根据设计计算或测绘草图，首先绘制出主体结构的轮廓。如图 5-19 所示，首先绘制出决定齿轮泵功能的齿轮与轴的结构。

4. 绘制与主体结构直接相关的重要零件

应首先画出机器中保证主体结构能正常工作的重要零件。它们主要是一些支承、包容或与主体结构相关的重要零件，如泵体、端盖、压盖、带轮等结构，如图 5-20 所示。

5. 绘制其他次要零件和细节

逐步画出主体结构与重要零件的细节，以及各种连接件，如键、销、螺钉等，如图 5-21 所示。

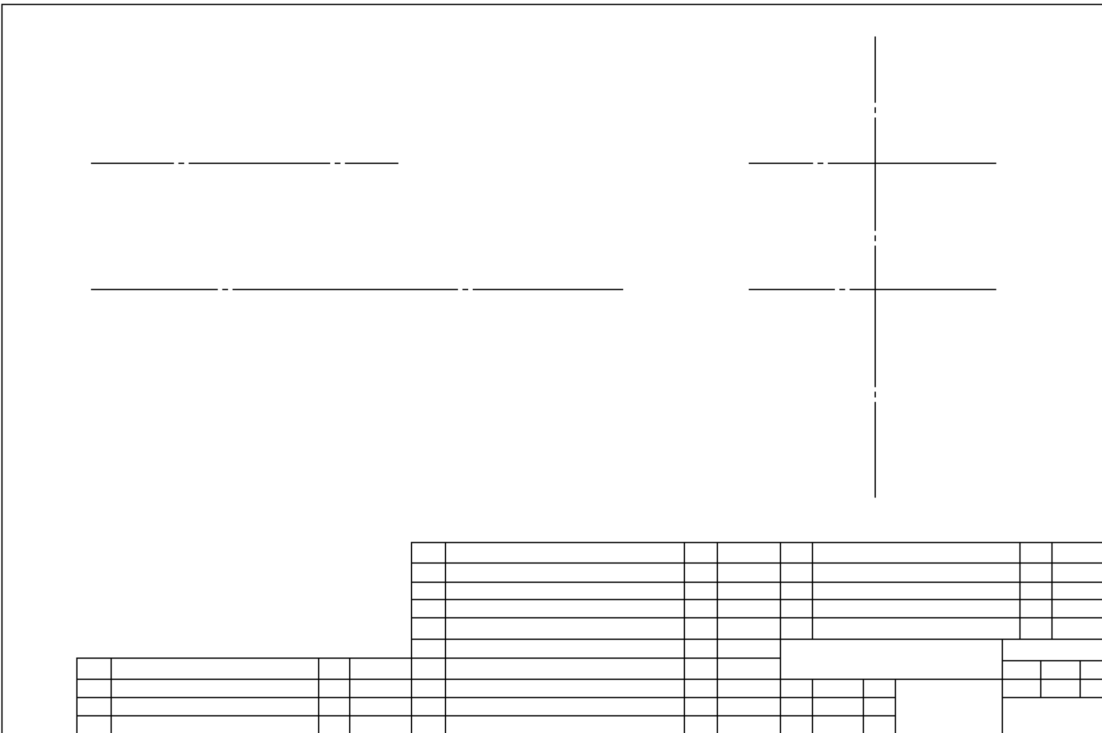


图 5-18　画视图的基准线

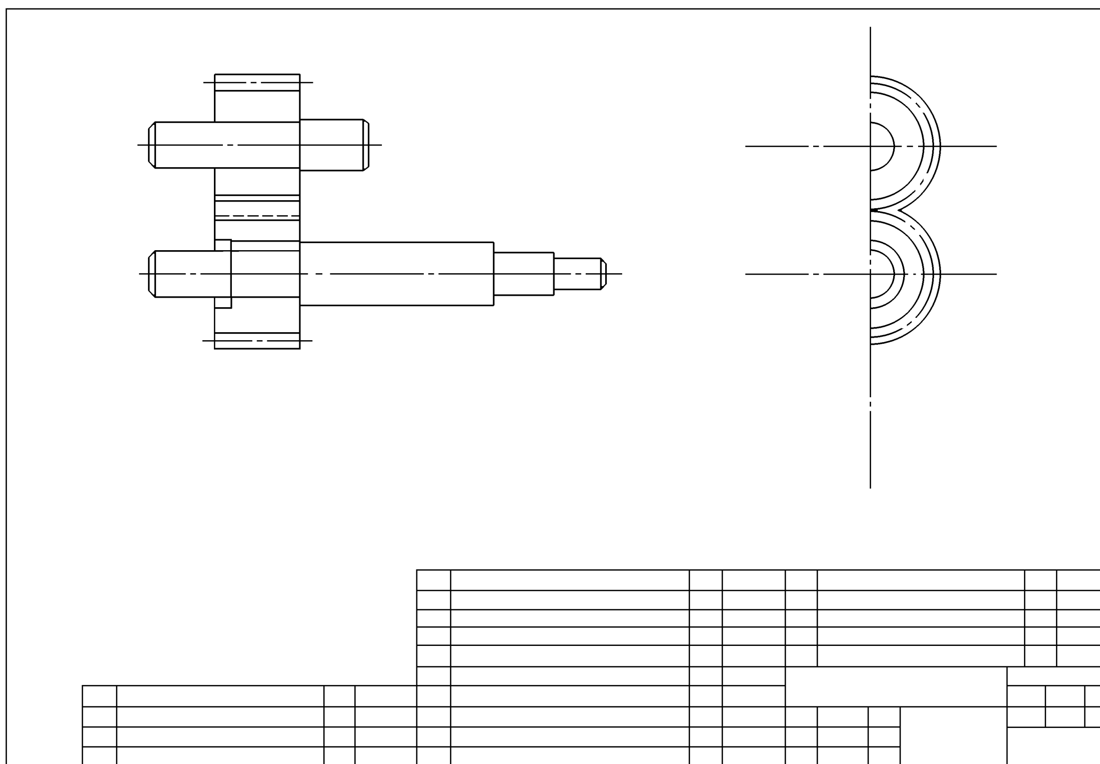


图 5-19 绘出齿轮与轴的结构

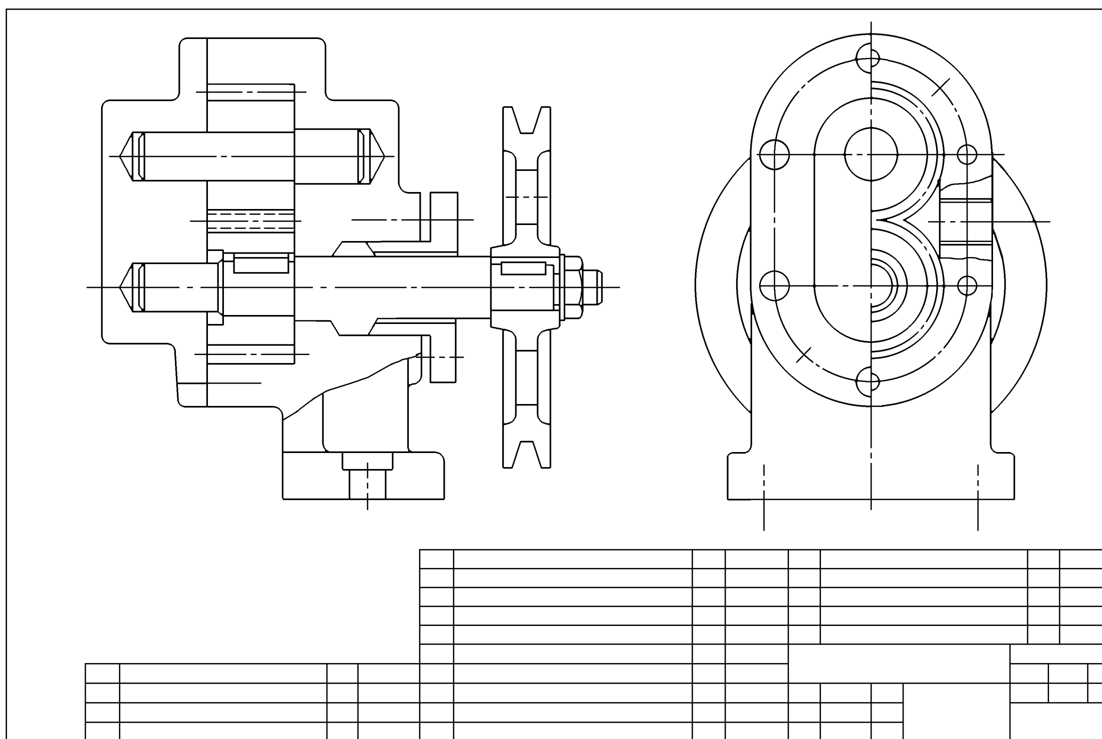


图 5-20 绘出与主体结构相关的零件



图 5-21　绘出次要零件和细节

6. 检查核对底稿并加深全图（图 5-2）

7. 标注

标注尺寸，编写零件序号，标明技术要求，填写标题栏和明细栏，最后经详细检查，完成装配图，如图 5-2 所示。

第七节　读 装 配 图

在机械设备的设计、制造、装配、使用、维修以及技术交流中，经常要遇到读装配图的问题。通过读装配图，可以分析部件的工作原理，了解部件的性能、结构特点以及零件之间的装配连接关系等。

一、读装配图的一般方法

一部机器或一个部件的设计，总是要使其具有某种特定的用途，即具有某种功能。对于较复杂的机器或部件，往往包含若干个由零部件组成的结构，通过它们的作用来实现机器或部件总的功能，所以这些结构的作用可称为分功能。通过看图掌握机器或部件的装配关系和工作原理，实质上是对其各级功能及实现方法的分析和掌握。

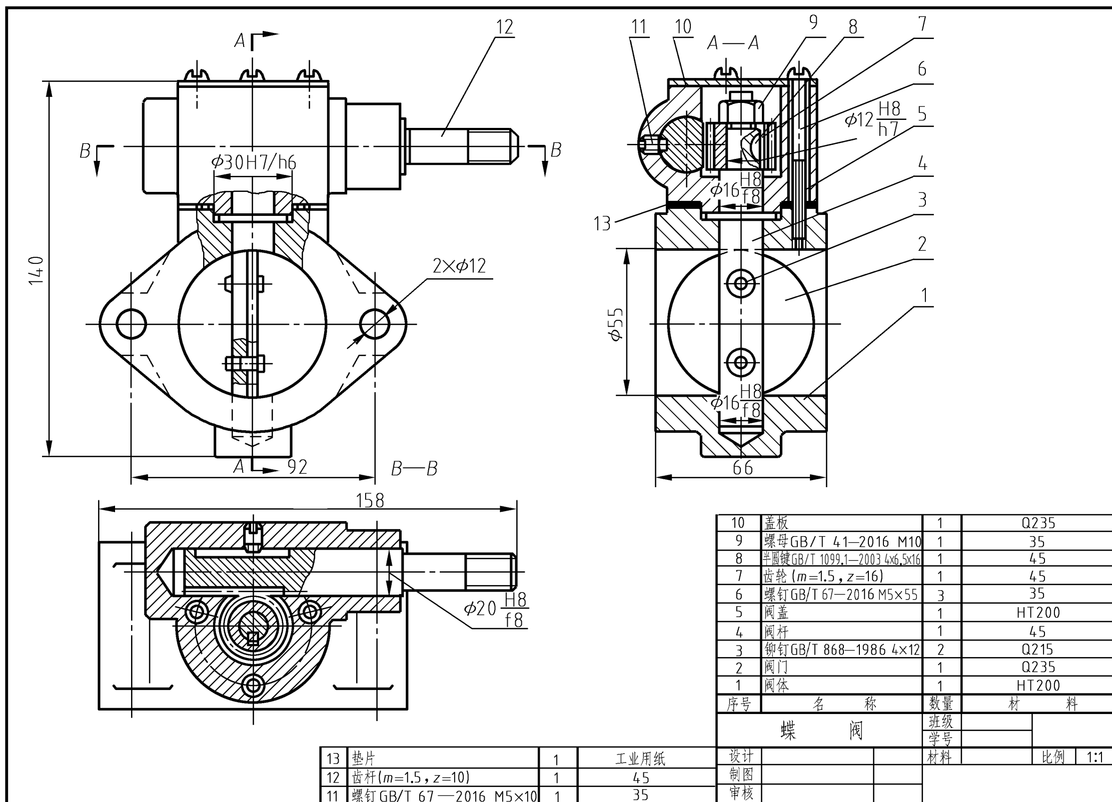
机器或部件的总功能往往不难得到，对生疏者常可通过分析其输入、输出的能量、物料等方面的区别与关系得出。比如齿轮泵的总功能为液体增压，机床的总功能为物料加工，电动机的总功能为能量转换等。对于机器或部件的分功能，一般可通过专业经验、技术咨询、

产品说明书等相关资料，结合对装配图的概括了解来得出。

读装配图时可采用功能分析的方法。一般沿着传动路线，首先读懂各部分结构的装配关系和相应分功能的实现方法，最后通过对各分功能实现方法的综合，得出总功能的实现方法，即机器或部件的工作原理。

二、读装配图的步骤

下面以蝶阀为例，说明读装配图的一般步骤。蝶阀的装配图如图 5-22 所示。



序号	名称	数量	材料
13	垫片	1	工业用纸
12	齿杆(m=1.5，z=10)	1	45
11	螺钉GB/T 67—2016 M5×10	1	35
10	盖板	1	Q235
9	螺母GB/T 41—2016 M10	1	35
8	半圆键GB/T 1099.1—2003 4x6.5x16	1	45
7	齿轮(m=1.5，z=16)	1	45
6	螺钉GB/T 67—2016 M5×55	3	35
5	阀盖	1	HT200
4	阀杆	1	45
3	铆钉GB/T 868—1986 4×12	2	Q215
2	阀门	1	Q235
1	阀体	1	HT200

蝶　阀		班级			
		学号			
设计		材料		比例	1:1
制图					
审核					

图 5-22　蝶阀装配图

1. 概括了解

首先概括了解部件的作用，零件的数量、名称、位置和材料，视图的数量、名称和表达重点以及各部分结构所具有的主要功能。

蝶阀是串联在管道输送系统中的一个阀类部件，其功能是开通或关断管道中的气流或液流。由明细栏可知，该部件由 13 种零件组成，其中 5 种为标准件。阀体 1 和阀盖 5 为壳体类铸件。其他零件围绕齿杆 12 和阀杆 4 形成两条装配干线。

三个视图中，主视图主要表达整个部件的外形结构，两处局部剖视分别表示阀杆的装配及其与阀门 2 的连接情况。左视图取全剖视，表达了阀杆装配干线及阀盖与阀体的连接和装配情况。全剖视的俯视图表达了齿杆装配干线的情况。

2. 分析装配关系和工作原理

在概括了解的基础上，从传动关系入手，沿各装配干线分析各部分零件的装配关系和功

能作用，看懂部件的工作原理。

蝶阀的运动由齿杆 12 做轴向移动而传入，经其左前端的齿条与齿轮 7 啮合，运动传递至阀杆装配干线，齿轮通过半圆键 8 带动阀杆 4 转动，实现阀门的开关。螺钉 11 在齿杆移动时起定位和导向作用，垫片 13 用于密封盖、体接合面和调节阀杆轴向间隙。螺钉 6 把阀、盖与阀体连接在一起，阀盖的横向定位由 $\phi30\,\frac{H7}{h6}$的配合实现。

3. 分析主要零件结构及其作用

对主要零件结构及其作用进行分析，一方面可加深对装配图的理解，另一方面可为拆画零件图做准备。

蝶阀中结构较复杂的零件为阀体与阀盖。阀体由主体部分和上、下端凸台构成。主体部分端部呈菱形，中间加工有 ϕ55mm 的阀道和两个连接孔；为减小外表面的壁厚，设计有下凹结构。上端凸台顶面与阀盖接合，为长圆形，其中加工有阶梯孔和三个螺纹孔。下端凸台为圆形，用以保证其中内孔达到要求的深度。

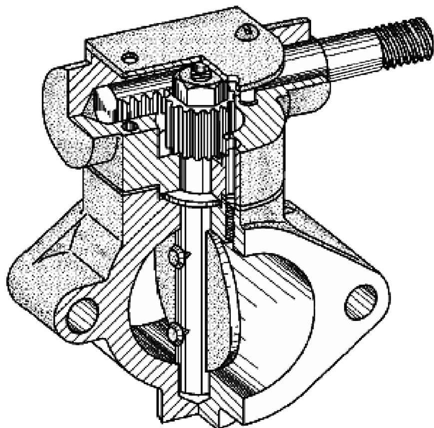


图 5-23　蝶阀立体图

阀盖的结构请读者根据装配图并参照蝶阀立体图（图 5-23）自行分析。

4. 归纳总结

在以上分析的基础上，还要对技术要求、全部尺寸进行研究，并把部件的性能、结构、装配、操作、维修等几方面联系起来，进行归纳总结，如分析结构有何特点，能否实现工作要求，装拆顺序如何，操作和维修是否方便等。这样方可对部件有一个全面的了解。

第八节　由装配图拆画零件图

在产品设计过程中，一般是先画出装配图，然后从装配图中拆画出全部非标准件的零件图。拆画零件图之前，应详细了解机器或部件的工作原理、装配关系和有关技术要求。下面以拆画蝶阀中阀体的零件图为例介绍拆图的一般方法和步骤。

1. 分离零件

在蝶阀装配图（图 5-22）中，首先按序号 1 及其指引线找到阀体在左视图中的投影，进而依据投影关系、剖面线一致等因素找出阀体在主、俯两视图中的投影，如图 5-24 所示。然后假想拆去阀体的相邻零件，恢复其被遮挡的投影轮廓（图 5-25）。这样便可把要拆画的零件从装配图中分离出来。

2. 确定表达方案，画零件图

因为装配图的视图表达是从整个部件的角度来考虑的，所以在确定零件的表达方案时，一方面要考虑分离出来的一组视图对于表达该零件是否合适，另一方面还要考虑是否已将该零件表达清楚，比如是否还有结构的形状没有确定，是否需要添加倒角、圆角、退刀槽等工艺结构等。若分离出的一组视图对表达该零件是合适且清楚的，则可直接采用；否则应对原

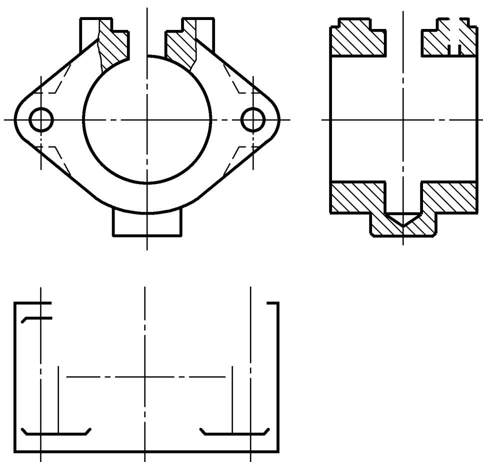


图 5-24　阀体在各视图中的投影位置

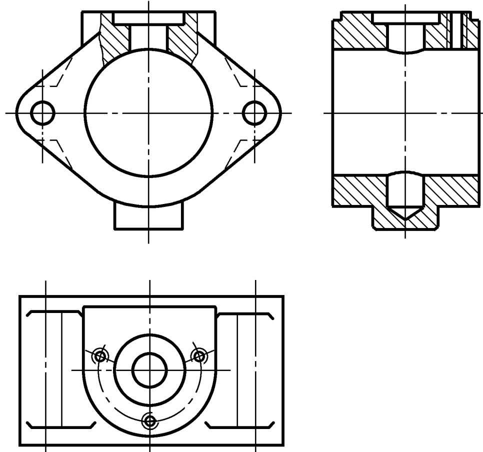


图 5-25　补全轮廓线后阀体的投影

方案进行适当的调整和补充，甚至重新确定表达方案。

对于阀体的表达方案进行了适当调整，主视图取半剖视，俯视图进行局部剖视来表达阀体外形和连接孔。调整后的表达方案如图 5-26 所示。

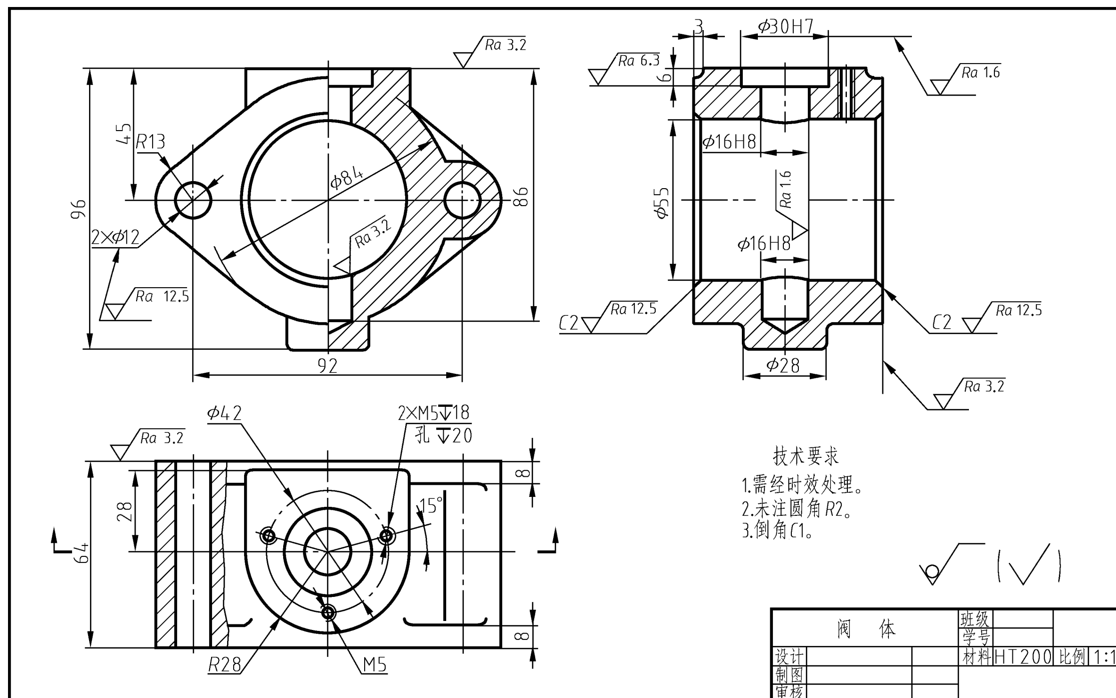


图 5-26　阀体零件图

3. 标注尺寸

按零件图尺寸标注的要求和方法，标注零件的全部尺寸。尺寸数值可以通过以下几方面来获取：

1）装配图中与该零件有关的尺寸可抄注。如图 5-26 中的 ϕ55、ϕ12、ϕ30H7、ϕ16H8、M5 等。

2）有的尺寸要通过计算来精确确定，如拆画齿轮时的齿顶圆直径和分度圆直径。

3）对于标准结构的尺寸，如键槽、倒角、退刀槽等的尺寸需查阅相关标准来确定。

4）对于其他未知的尺寸，可直接从装配图中量取。量取的尺寸在标注时应注意圆整和比例的协调转换。

4. 注写技术要求，填写标题栏

根据零件的设计要求，注写表面粗糙度等全部技术要求。此项工作须认真对待，在不易确定时可将有关技术资料和同类产品作为参考。完成后的阀体零件图如图 5-26 所示。

 **例 5-1** 看懂铣床分度头顶尖架（以下简称顶尖架）的装配图（图 5-27），拆画零件图。

（1）概括了解 初步认识装配图所表达的对象。具体可分为以下步骤：

1）从标题栏看出部件的名称和比例，以估计部件的作用和实际大小。

2）根据明细栏并结合视图，了解组成件的种类，再逐个查对各组成件在视图中的位置、名称、数量及材料等。

3）结合产品说明书等技术资料，分析部件的作用、结构和工作原理，理解装配图上所采用的各种表达方法，从而明确各视图的作用。

图 5-28 所示为铣床分度头顶尖架的轴测分解图，可供读者参考。从图 5-27 中的标题栏可知该部件的名称和画图比例，故可估计部件的实际大小及作用，可知该部件是铣床上的一个配件。由图形及明细栏可知，顶尖架由 22 种零、组件组成，其中标准件 10 种（序号为 7、8、12、13、15、16、17、18、20、22）。该装配图除包括 3 个基本视图外，还用阶梯剖视（*A*—*A*）表达了有关零件的连接情况；俯视图为外形图，表达了底板的结构。在 *B*—*B* 视图中，表示出轴承 9 和滑块 4 之间的接合关系，以及螺钉连接的分布情况。

从图中可以看出，顶尖 2 的轴向移动是靠转动手轮 11 来实现的，而整台部件可以用两个 T 形槽螺栓 17 固定到铣床工作台上，以便与铣床的另一个部件——分度卡盘一起共同支承被加工工件。

通过上述分析，读图人员便可对顶尖架有一个概括的认识。

（2）深入分析 这一步是整个读图过程的关键，主要是通过分析研究，详细了解整个部件的装配关系、工作原理以及主要零件的形状和结构。

对于比较复杂的装配图，可采用“化整为零”的方法，分成若干部分，逐个看懂。看图时，可以从部件的动力源入手，一一弄清装配线上每个零件的作用和形状。分析零件形状时，往往要涉及有关的相邻零件。因此，看图时不能只孤立地看一个零件，这是读装配图时应注意的问题。

例如，顶尖架的装配关系主要是在移动顶尖的一条装配线上，其工作零件是顶尖。这条装配线上各零件的轴测图和名称如图 5-28 所示，结合装配图可以清楚地看出顶尖架的工作情况如下：

转动手柄 12—手轮 11—丝杠 5—移动螺母 6—带动滑块 4—使顶尖 2 左右移动（伸进或后退）。

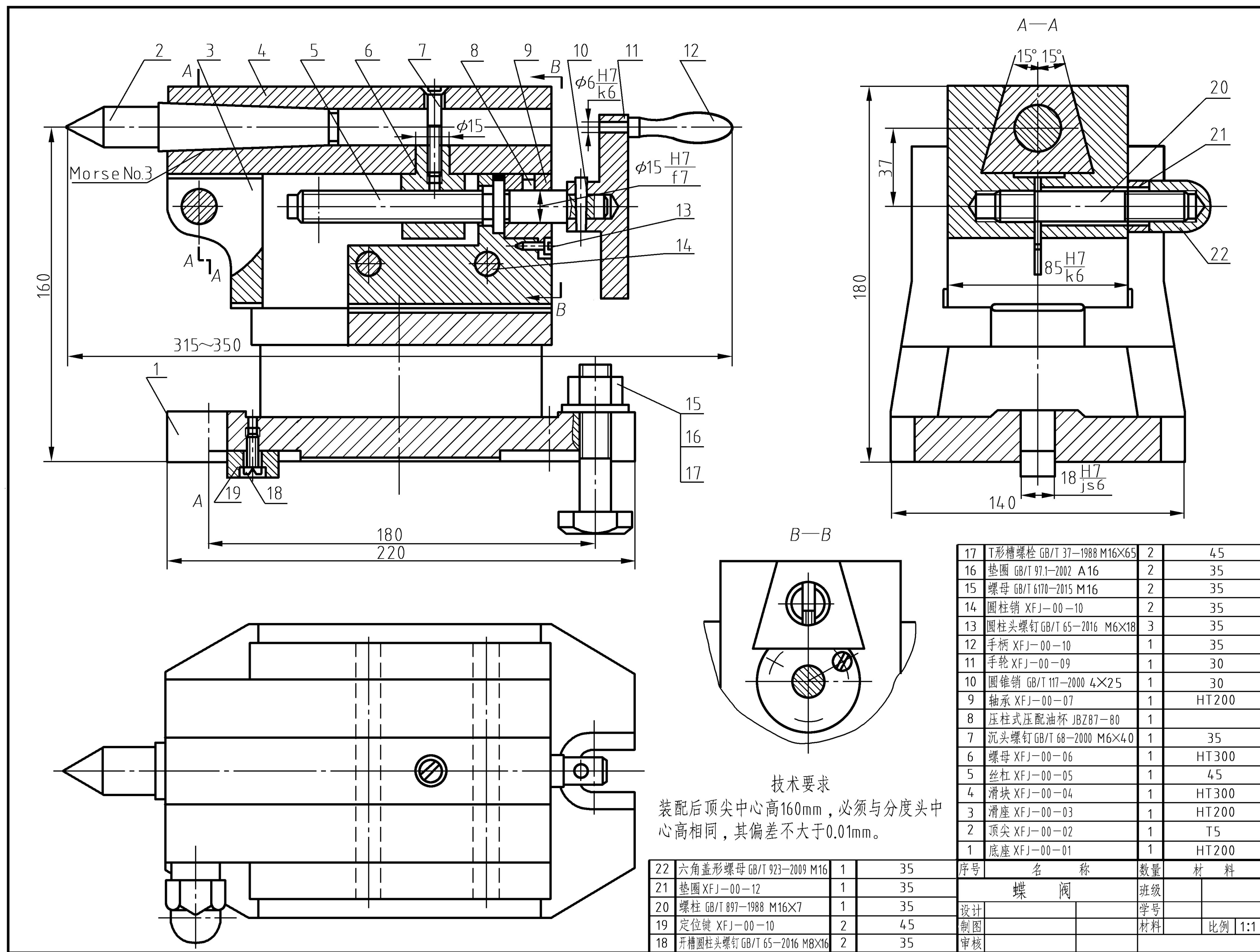


图 5-27 铣床分度头顶尖架装配图

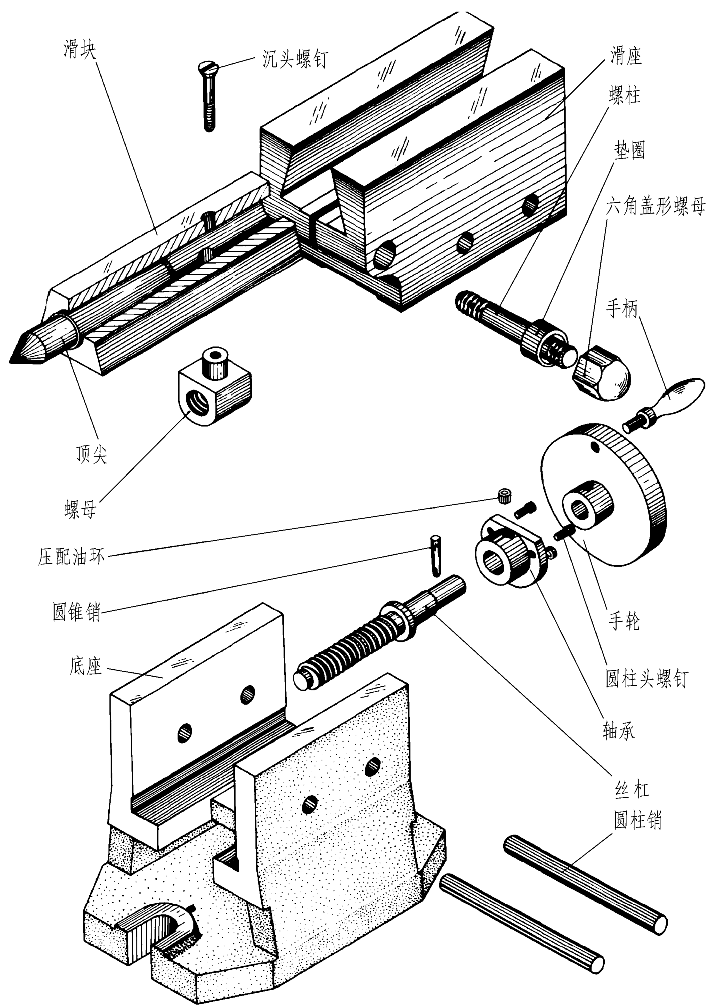


图 5-28　铣床分度头顶尖架轴测分解图

然后分析这条主要装配线上各主要零件的作用，以及它们的连接情况：

顶尖 2——工作件，通过锥面配合，与滑块 4 连成一体。

滑块 4——移动件，它由螺母 6 带动，使其在滑座 3 内滑动，从而带动顶尖 2。滑块的锁紧（结合阅读 *A—A* 剖视图）是靠六角盖形螺母 22、垫圈 21 和螺柱 20 来实现的。

螺母 6——移动件，通过螺钉 7 固定在滑块 4 的 ϕ15mm 孔内。当螺母移动时，必然带动滑块一起移动。

丝杠 5——转动件，其作用是将手轮 11 的旋转运动转化为螺母 6 的直线运动。这种转化的传递是由圆锥销 10 来完成的。丝杠由轴承 9 支承，并与滑座 3 配合，限制其轴向位置，而该轴承又通过三个圆柱头螺钉 13 紧固在滑座上（结合阅读 *B—B* 剖视图）。

手柄 12——原动件，因为运动全靠操纵它才能实现。

看懂主要装配关系后，还应弄清图中每个细节的结构和作用。例如，轴承上的压注式压配油杯 8 是用以加注润滑丝杠旋转配合的润滑油而设的。该油杯为标准件，故在图上仅画出外形即可。除此之外，在底座和滑座之间还有两个连接用的圆柱销 14。

如上所述，当使用这台顶尖架时，可以用底座 1 上的两个 T 形槽螺栓 17（图中只画出一个，省略了重复投影），将其固定到铣床工作台上。为了保证固定时相对位置的准确性，底座 1 的下方设有两个定位键 19，以起定位作用。这两个定位键分别用一个开槽圆柱头螺钉 18 固定在底座上。如果需要调节顶尖架在铣床工作台上的位置，则可以松开 T 形槽螺栓，将此部件推移到所需位置，然后拧紧即可，这时定位键又可起导向作用。由此可知，这台顶尖架在铣床工作台上的位置是可以在较大范围内进行调节的。

（3）归纳总结　在分别读懂部分零件的装配关系之后，可通过总结、归纳以下几个问题，来全面地读懂装配图：

1）部件的工作原理。

2）装配图中各视图的作用。

3）零件间的配合、连接方式及零件的拆装顺序。

4）装配图上每个尺寸所属的种类。

5）各主要零件的形状。

（4）根据装配图拆画零件工作图

1）零件视图的选择。在某些情况下，有些零件的视图与装配图中该零件的视图表达方案基本一致。如图 5-29 ~ 图 5-36 所示，零件 1（底座）、零件 2（顶尖）、零件 9（轴承）及零件 11（手轮）等就属于此种情况。这是因为在按照装配图（图 5-27 所示的视图表达方案）确定零件图的主视图时，多数零件在装配图上既表现了形状特征，又符合工作位置原则。因而在画这些零件时要补足被其他零件遮盖的投影线，甚至完全可以照抄零件在装配图上的图形，如图 5-30 所示的顶尖零件图。

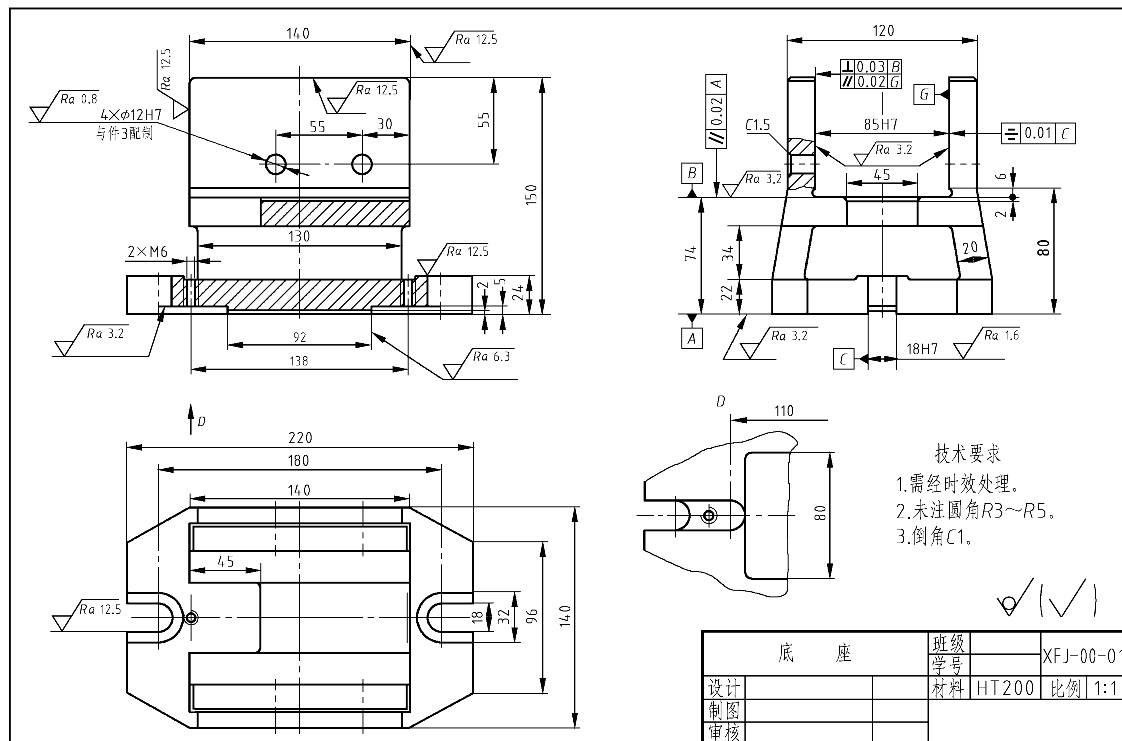


图 5-29　底座零件图

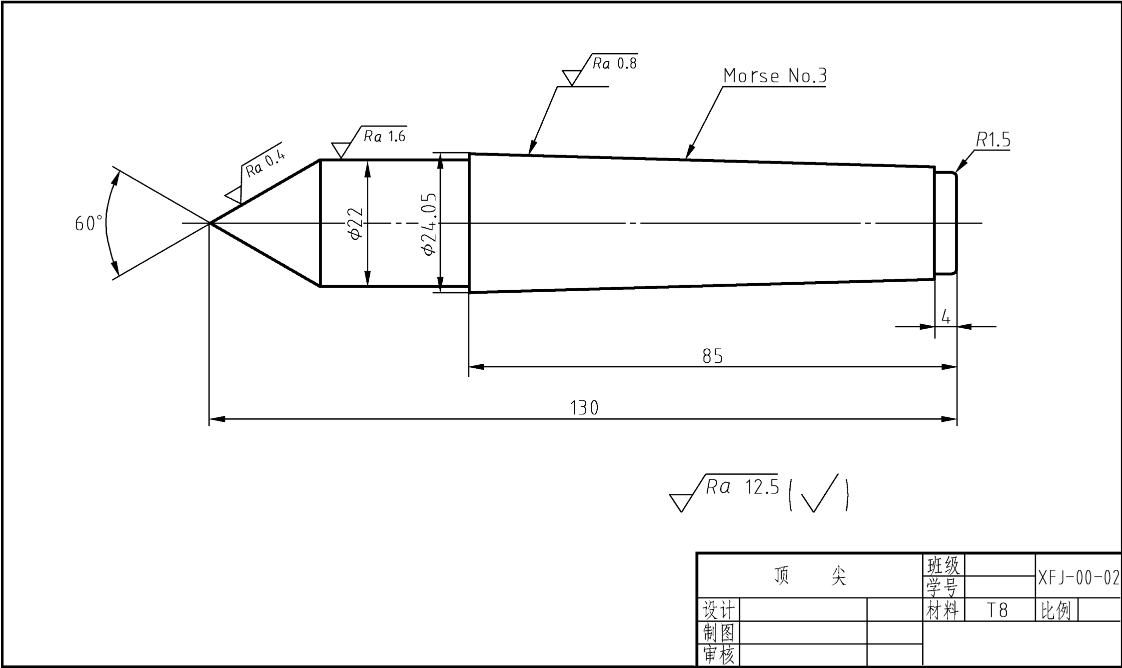


图 5-30　顶尖零件图

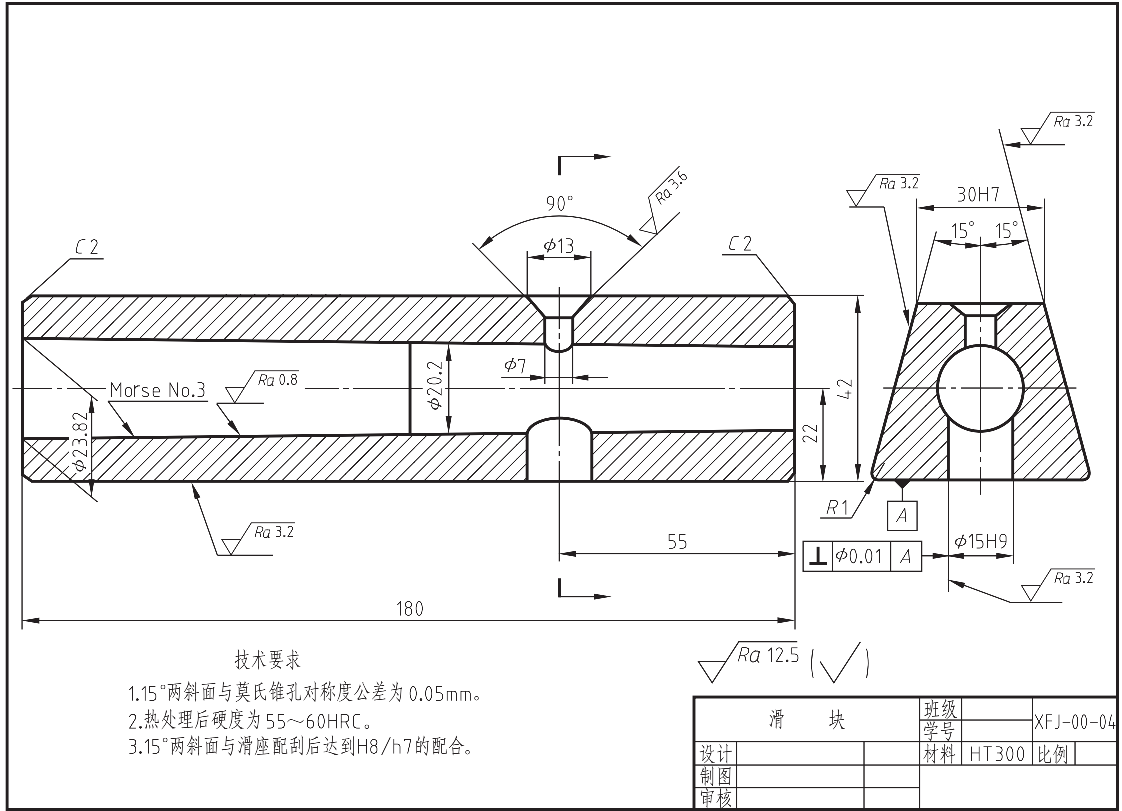


图 5-31　滑块零件图

技术要求

1.15°两斜面对其中心线的对称度误差不大于0.05mm。
2.15°两斜面与滑块配刮后应达到H8/h7性质的配合。
3.ϕ30H9轴线对15°斜面的平行度误差不大于0.03mm。
4.未注明的铸造圆角半径为R3。
5.不加工内表面涂红色缓蚀漆。

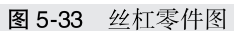
滑 座			班级		XFJ-00-03	
			学号			
设计			材料	HT200	比例	
制图						
审核						


图 5-32 滑座零件图

技术要求

1.调质处理后硬度为220～250HBW。
2.尖角倒钝。

丝 杠			班级		XFJ-00-05	
			学号			
设计			材料	45	比例	1:1
制图						
审核						


图 5-33 丝杠零件图

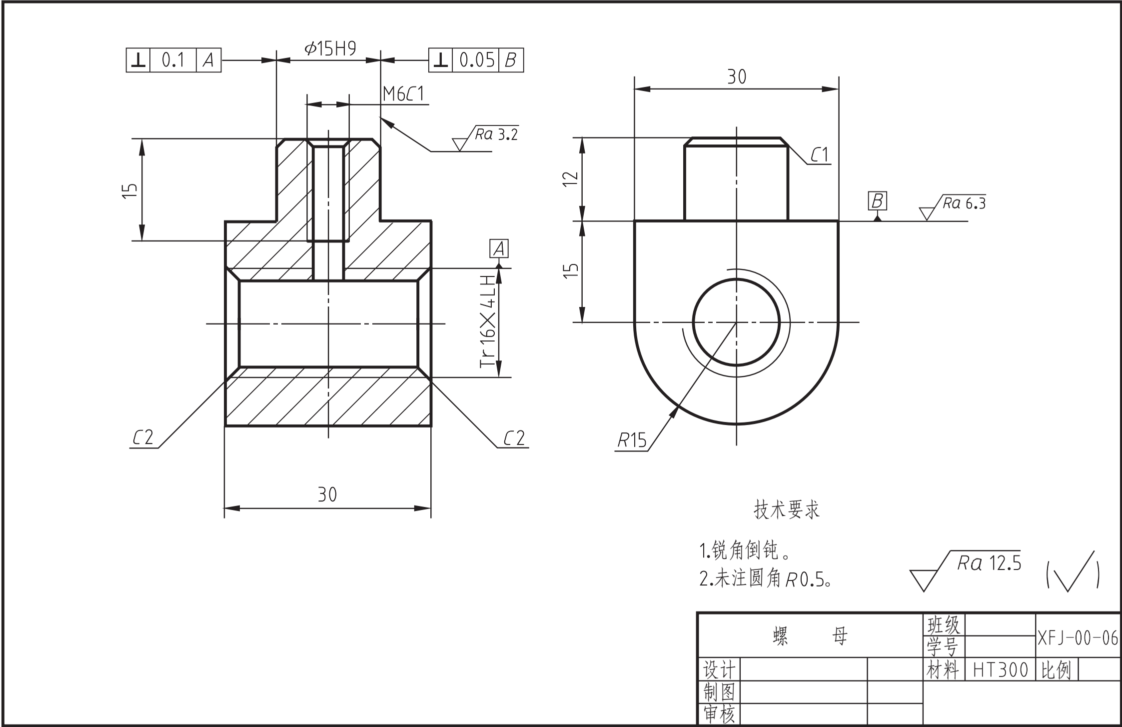


图 5-34　螺母零件图

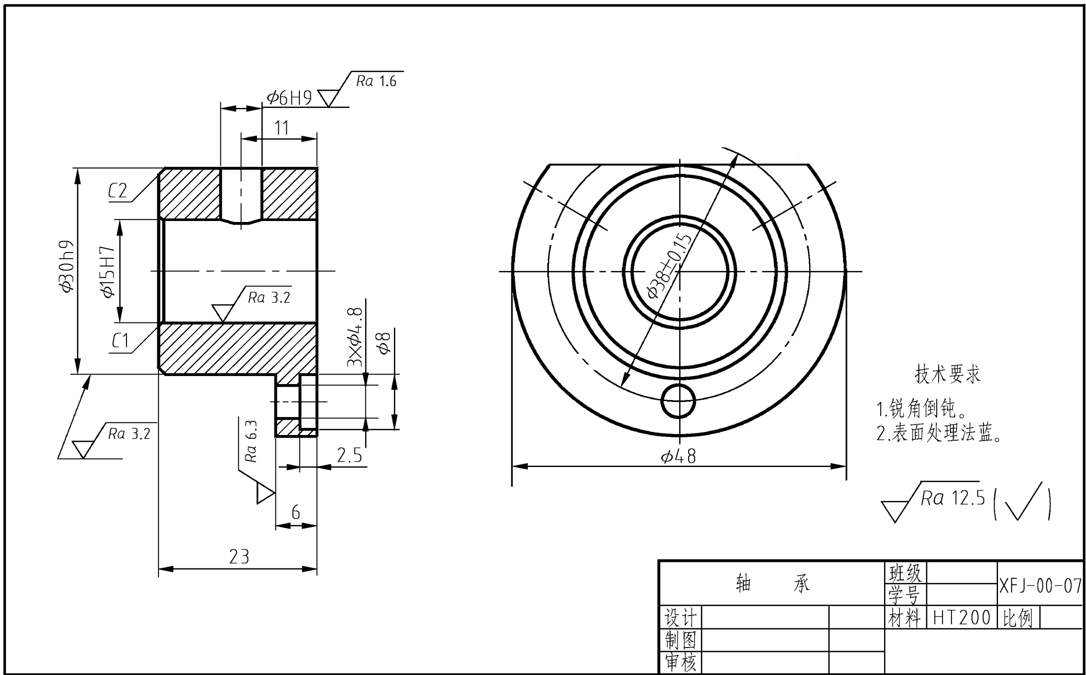


图 5-35　轴承零件图

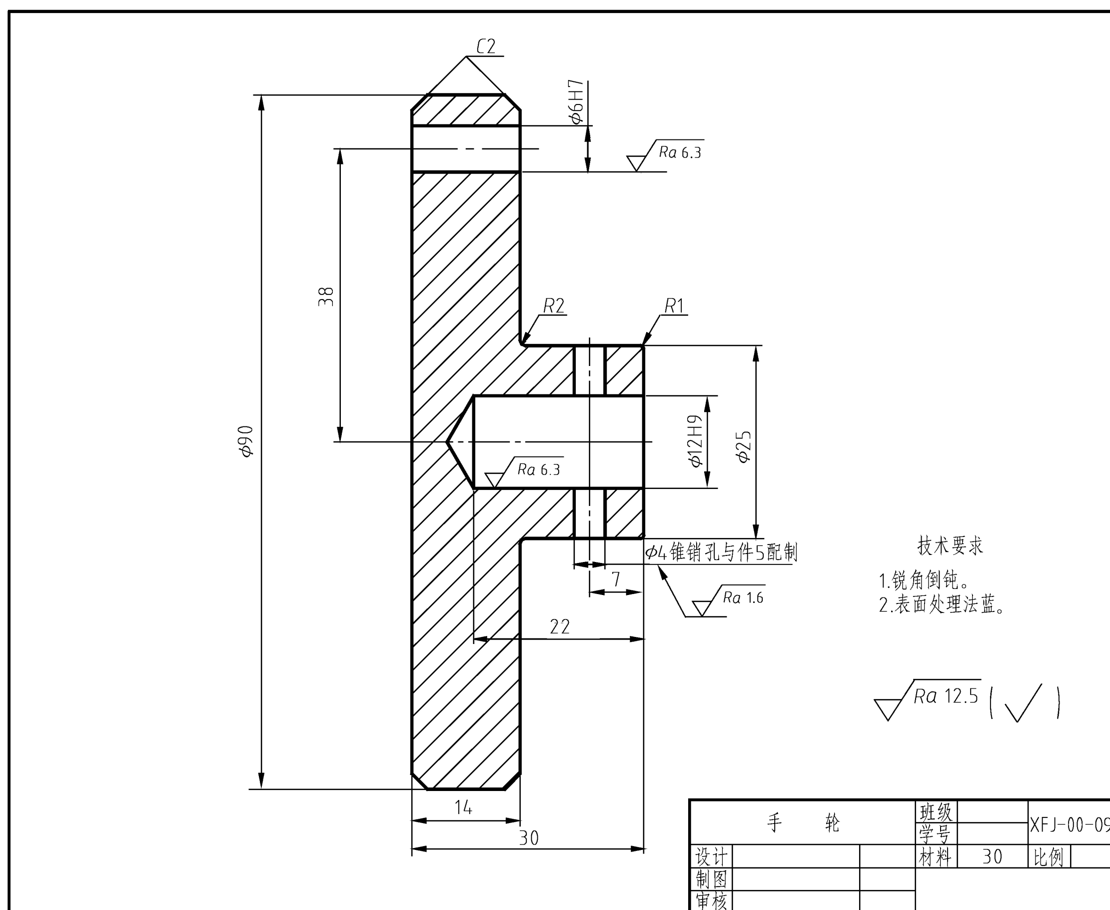


图 5-36　手轮零件图

有一些零件，如滑块、滑座等，只需参照装配图稍加变动，即可画出零件图。如图5-31所示的滑块零件图，只需将装配图上的剖切平面 *A—A* 改为从螺钉通过孔（ϕ7mm）处剖切，即可画出零件图。读者可结合装配图 5-27 对图 5-32 所示的滑座零件图进行分析。

除了上述两种情况以外，有些零件的视图与装配图比较变动较大，这是因为装配图的视图选择是从整体出发，不可能兼顾所有零件，尤其是对于比较复杂的装配图更为突出。因此，在拆画零件图时，需要重新考虑这些零件视图的选择问题。

2）确定零件的未定形状。在拆画零件图时，有时需要确定零件的未定形状，这一问题具有零件结构设计的性质。下面举例说明一般的考虑方法。

在图 5-27 中，螺母 6 在整个装配图上只有一个视图，因而其外部形状未表达清楚，画零件图时，必须增加视图，以确定其形状。已知螺母材料为铸铁，所以毛坯为铸件，因此其左视图的外形一般可画成图 5-37 所示的三种形式。但按螺母在部件中的作用，并且考虑到加工的方便，以选择图 5-37c 所示方案较好。

图 5-27 所示的定位键（零件 19），尽管已有两个视图，但表达的形状像一个简单的四棱柱。如果进一步深入分析，便可知道它的下端应与铣床工作台面上的 T 形槽相配，所有

的配合侧面均应磨削加工，故定位键的视图表达应如图 5-38 所示的形状。

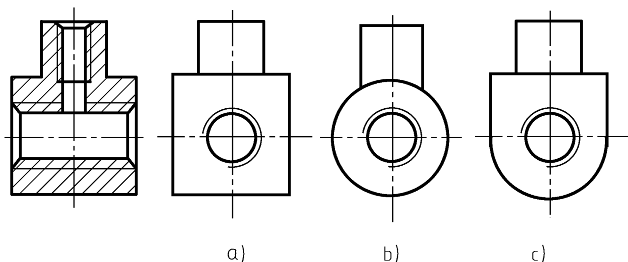


图 5-37 螺母的结构

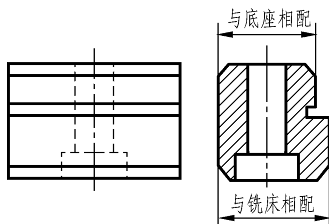


图 5-38 定位键的结构

画零件图时，除了应确定未表示清楚（不完整）的形状外，还要把画装配图时省略或简化了的一些结构要素（如倒角、圆角、退刀槽及锪平结构等）一一画出。画定位键的零件图时，就应补画出倒角和退刀槽。

对于零件上某些特殊的结构要素，如齿形、螺纹牙型（一般为非标准）等，还应在零件图上画出局部放大图。

拆图时，如遇到标准件（如顶尖架中的六角盖形螺母、T 形螺栓、双头螺柱等）或标准部件、组件（如压注油杯），不必画出零件图，因为标准零件、组件、部件可根据明细栏列出的清单外购，或按有关标准生产。

3）零件尺寸的确定。关于零件图的尺寸注法已在前面有关章节进行了介绍，这里仅介绍根据装配图确定零件尺寸数值的方法。

① 装配图上已注明的尺寸，凡与拆画的零件有直接关系的，均应按这些尺寸画图，并且数值照样注出，不允许做任何变动。如图 5-29 所示，底座与滑座的配合尺寸 85H7 和底座与定位键的配合尺寸 18H7 都应注出。此外，还需指出，装配图上给出的尺寸往往与两个零件有关，在零件图上标注这些尺寸时，应注意它们之间的协调一致。

② 螺栓、螺母、销钉等各种标准件的尺寸，以及一些与标准件接合的有关结构尺寸，如通孔、沉孔、螺孔等的尺寸，一般应从相应的标准中查出。

③ 一些非标准件的有关尺寸，若在明细栏中已列有数据，则应以明细栏中注写的数据为准，如有关弹簧的尺寸、垫片厚度等。

④ 对于齿轮分度圆、齿顶圆等尺寸，应按明细栏中所给的参数（如齿数、模数等）计算确定。

⑤ 其余多数尺寸，如零件的大小和定位尺寸，除前面已经指出的几类外，还可按装配图的比例，用三棱尺直接在该图上量取，经圆整（纳入标准系列或化为整数）后标注在零件图上，不应用圆规、分规或直尺照搬装配图上的大小。

4）极限与配合、几何公差、表面结构及其他技术要求的确定。在彻底读懂装配图及深入了解零件作用的基础上，结合前述有关各项技术要求的知识和规定，恰当地确定和标注尺寸、极限与配合、几何公差、表面结构及其他技术要求。

思 考 题

1. 装配图在作用上与零件图有何不同？
2. 装配图有哪些规定画法？
3. 装配图有哪些特殊画法？
4. 装配图中标注哪几类尺寸？各类尺寸的含义如何？
5. 装配图中明细栏的填写和零件的编号要注意哪些事项？
6. 试说明看装配图的方法和步骤。
7. 试说明由装配图拆画零件图的方法和步骤。

第六章

焊接构件图

焊接是在工程上广泛使用的一种连接方式，以此方式形成的零件称为焊接结构件。焊接主要是利用电流或火焰产生的热量将被连接件局部加热至熔化，或以熔化的金属材料填充，或用加压等方法将被连接件熔接，粘连到一起。焊接是一种不可拆卸的连接形式，具有连接可靠、节省材料、工艺简单、结构重量轻及易于现场操作等优点。因此，焊接在机械、电子、化工、建筑等工程上都得到广泛应用。

第一节　焊缝的形式及画法

一、焊接接头

两个零件用焊接方法连接在一起，在连接处形成焊接接头。常见的焊接接头有对接接头、搭接接头、角接接头和T形接头等，如图6-1所示。

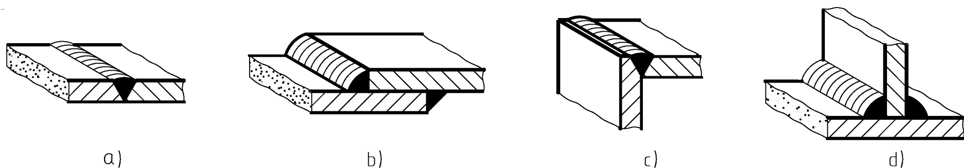


图6-1　焊接的接头形式

a）对接接头　b）搭接接头　c）角接接头　d）T形接头

二、焊缝形式及画法

焊接形成的被连接件熔接处称为焊缝。焊缝形式种类较多，常见的焊缝形式有对接焊缝和角接焊缝。在工程图样中，必要时可以用图示法或轴测图示意表示。

1. 视图

焊缝用一系列细实线短画表示，这些细实线可用徒手绘制（图6-2a），也允许用粗实线（宽度为可见轮廓线的2~3倍）表示（图6-2b），但在同一图样上只允许采用其中的一种表示法。

在表示焊缝的端面视图中，用粗实线画出焊缝的轮廓。必要时，可用细实线画出焊接前焊缝坡口的形状（图6-2c）。

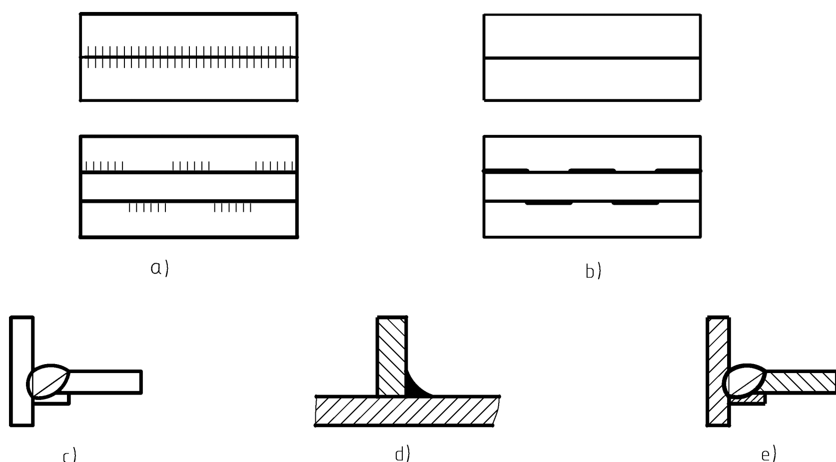


图 6-2　焊缝的视图及剖视（断面）图画法

2. 剖视图或断面图

在剖视图或断面图上，焊缝的金属熔焊区通常应涂黑表示（图 6-2d），若同时需要表示坡口等的形状，熔焊区也可按焊缝的端面视图画法表示（图 6-2e）。

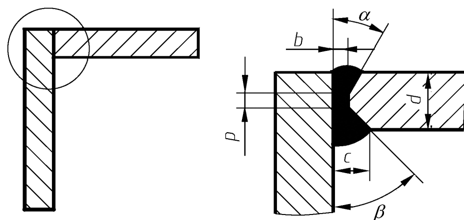


图 6-3　焊缝的局部放大图

3. 轴测图

用轴测图示意地表示焊缝的画法，如图 6-1 所示。

4. 局部放大图

必要时可将焊缝部位放大表示并标注，如图 6-3 所示。

5. 图示法与标注焊缝符号的关系

当在图样中采用图示法绘出焊缝时，同时应标注焊缝符号，如图 6-4 所示。

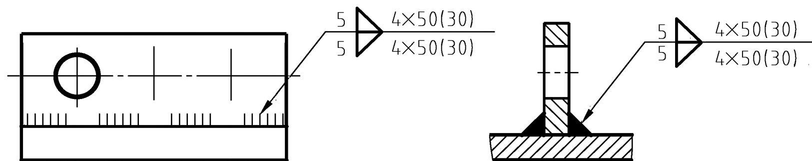


图 6-4　焊缝的图示与符号标注

第二节　焊缝的符号

为了使图样清晰和减轻绘图工作量，焊接构件图一般不按图示法画出焊缝，而是采用一些符号进行标注以表明它的特征。

焊缝符号一般由基本符号和指引线组成。必要时还可以加上辅助符号、补充符号和焊缝尺寸符号等。焊缝的基本符号、辅助符号及补充符号用可见轮廓线 2/3 的宽度绘制。

一、基本符号

焊缝的基本符号是表示焊缝横截面形状的符号，见表 6-1。

表 6-1　焊缝基本符号

序号	名　　称	示　意　图	符　　号
1	卷边焊缝 （卷边完全熔化）		
2	I 形焊缝		
3	V 形焊缝		
4	单边 V 形焊缝		
5	带钝边 V 形焊缝		
6	带钝边单边 V 形焊缝		
7	带钝边 U 形焊缝		
8	带钝边 J 形焊缝		
9	封底焊缝		
10	角焊缝		
11	塞焊缝或槽焊缝		
12	点焊缝		
13	缝焊缝		

注：不完全熔化的卷边焊缝用 I 形焊缝符号来表示，并加注焊缝有效厚度 S。

二、指引线

指引线一般由箭头线和两条基准线（一条为细实线，另一条为细虚线）两部分组成，如图 6-5a 所示。

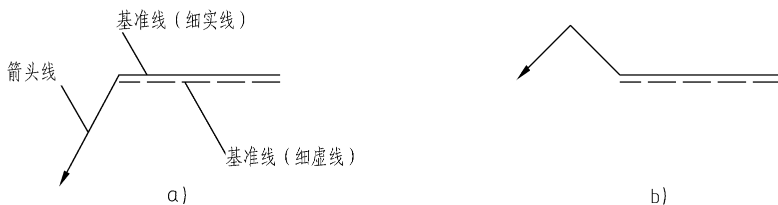


图 6-5　指引线

1. 箭头线

用来将整个符号指引到图样上的有关焊缝处。必要时允许将箭头线弯折一次，如图6-5b 所示。

2. 基准线

基准线的上面和下面用来标注有关的焊缝符号。基准线的细虚线既可画在基准线细实线的上侧，也可画在其下侧。基准线一般应与图样的底边平行，但在特殊情况下也可以与底边垂直。

标注时应注意焊缝符号相对于基准线的位置：

1）在标注焊缝符号时，如果箭头指向焊缝的施焊面，则焊缝符号标注在基准线的细实线一侧，如图 6-6a 所示。

2）若箭头指向焊缝的施焊面背面，则焊缝符号标注在基准线的细虚线一侧，如图 6-6b 所示。

3）标注对称焊缝及双面焊缝时，基准线的细虚线可省略不画，如图 6-6c、d 所示。

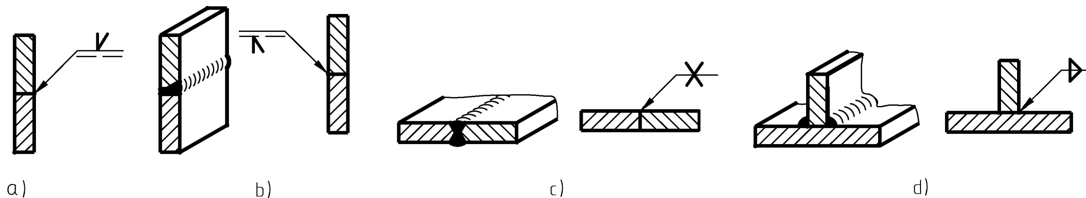


图 6-6　符号在基准线上的位置

a）箭头指向施焊面　b）箭头指向施焊面背面　c）对称焊缝　d）双面焊缝

三、辅助符号

辅助符号是表示焊缝表面形状特征的符号，见表 6-2。在不需要确切说明焊缝的表面形状时，可以不用辅助符号。表 6-3 给出了辅助符号的应用示例。

四、补充符号

补充符号是指为了补充说明焊缝的某些特征而采用的符号，见表 6-4。表 6-5 给出了辅助符号的应用示例。

表 6-2 辅助符号

序号	名 称	示 意 图	符 号	说 明
1	平面符号		—	焊接表面齐平（一般通过加工达到）
2	凹面符号		◡	焊接表面凹陷
3	凸面符号		◠	焊接表面凸起

表 6-3 辅助符号的应用示例

名 称	示 意 图	符 号
平面 V 形对接焊缝		
凸面 X 形对接焊缝		
凹面角焊缝		
平面封底 V 形焊缝		

表 6-4 补充符号

序号	名 称	示 意 图	符 号	说 明
1	带垫板符号		▭	表示焊缝底部有垫板
2	三面焊缝符号		⊏	表面三面带有焊缝
3	周围焊缝符号		○	表面环绕工件周围焊缝
4	现场符号			表示在现场或工地上进行焊接
5	尾部符号		<	参照 GB/T 5185—2005 标注工艺内容

表 6-5　补充符号的应用示例

示　意　图	符　　号	说　　明
		表示 V 形焊缝的背面底部有垫板
		工件三面带有焊缝，焊接方法为手工电弧焊
		表示在现场沿工件周围施焊

五、焊缝尺寸符号

焊缝尺寸指的是工件厚度、坡口角度、根部间隙等的数值。焊缝尺寸的每个尺寸内容都可以用一个符号来代表，见表 6-6。

焊缝尺寸符号及数据的标注原则如下：

1）焊缝横截面上的尺寸标在基本符号的左侧。

2）焊缝长度方向的尺寸标在基本符号的右侧。

3）坡口角度、坡口面角度、根部间隙等尺寸标在基本符号的上侧或下侧。

4）相同焊缝数量符号标在尾部。

5）当需要标注的尺寸数据较多又不易分辨时，可在数据前增加相应的尺寸符号。

当箭头线方向变化时，上述原则不变，该标注原则如图 6-7 所示。

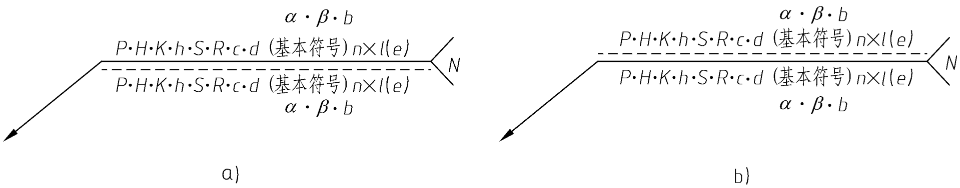


图 6-7　复杂焊缝的标注方法

表 6-6　焊缝尺寸符号

符号	名　称	示　意　图	符号	名　称	示　意　图
δ	工件厚度		P	钝边	
α	坡口角度		c	焊缝宽度	
b	根部间隙		R	根部半径	

（续）

符号	名 称	示 意 图	符号	名 称	示 意 图
l	焊缝长度		S	焊缝有效厚度	
n	焊缝段数		N	相同焊缝数量符号	
e	焊缝间距		H	坡口深度	
K	焊角尺寸		h	余高	
d	熔核直径		β	坡口面角度	

六、焊接方法代号

焊接方法代号见 GB/T 5185—2005。

第三节 焊缝的标注

在图样上，焊缝要按规定的格式和符号进行标注或说明。一般应标注基本符号和指引线，必要时可以加上辅助符号、补充符号、焊接方法的数字代号和焊缝的尺寸符号。各种符号的画法按上一节所述。标注示例见表 6-7。

表 6-7 焊缝简化标注示例

图示方法	非简化标注	简化标注
	断续 I 形焊缝在箭头侧	省略焊缝断数 n 及基准线的虚线
	对称断续角焊缝	省略基准线下侧的标注

（续）

图 示 方 法	非简化标注	简 化 标 注
	交错断续角焊缝	
	塞焊缝在箭头侧	
	塞焊缝在箭头侧	
	定位焊缝位于中心位置	
	定位焊缝偏离中心位置且在箭头侧	
	交错定位焊缝位于中心位置	

（续）

图 示 方 法	非简化标注	简 化 标 注
c　l　e　l	c　n×l(e) 缝焊缝位于中心位置	c　l(e)
c　l　e　l	c　n×l(e) 缝焊缝偏离中心位置且在箭头侧	c　l(e)

注：1. L_1、L_2 为焊缝起始处的定位尺寸。
2. 图中所注为焊缝尺寸代号，实际图样中应注出尺寸数值。

在不致引起误解的情况下，可以简化焊缝的标注（表 6-7），方法如下：

1）当同一图样中全部焊缝的焊接方法完全相同时，焊接方法的代号可以省略不注，但必须在技术要求项内或其他技术文件中注明“全部焊缝均采用××××焊”等字样；当大部分焊接方法相同时，可在技术要求项内或其他技术文件中注明“除图中注明的焊接方法外，其余焊缝均采用××××焊”等字样。

2）当同一图样中的全部焊缝相同且已在图上明确表明其位置时，其标注方法可按以上原则处理。

3）标注交错对称焊缝的尺寸时，允许在基准线上只标注一次。如图 6-8 所示，基准线下侧可不重复标注 5、35×50、(30) 等尺寸。

4）对于断续焊缝、对称断续焊缝及交错断续焊缝的段数无严格要求时，允许省略焊缝段数的标注。如图 6-9 所示，即省略了焊缝段数“35”这一标注。

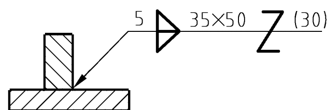


图 6-8　简化焊缝标注（一）

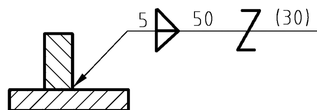


图 6-9　简化焊缝标注（二）

5）对于若干条坡口尺寸相同的同一形式的焊缝，可以采用集中标注的形式（图 6-10）；若这些焊缝在接头中的位置都相同，也可以采用在尾部符号内注出焊缝数量的方法以简化标注，但其他形式的焊缝仍需分别标注（图 6-11）。

6）为了使图样清晰或当标注位置受到限制时，可以采用简化代号或符号代替通用的符号标注焊缝，但必须在该图的下方或标题栏附近说明这些简化代号的意义。这时简化代号的

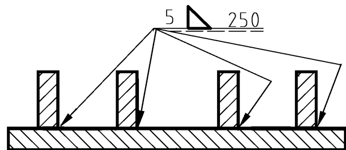


图 6-10　简化焊缝标注（三）

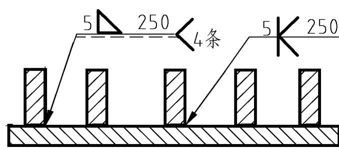


图 6-11　简化焊缝标注（四）

大小应是图样中所注符号的 1.4 倍（图 6-12）。

7）在不致引起误解的情况下，当箭头线指向焊缝，而非箭头侧又无焊缝要求时，可省略非箭头侧的基准线（虚线），如图 6-13 所示。

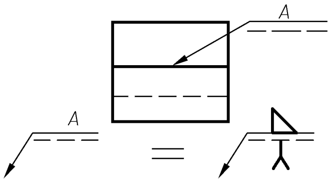


图 6-12　简化焊缝标注（五）

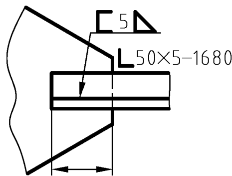


图 6-13　简化焊缝标注（六）

8）当焊缝的起始及终止位置明确（已由工件的尺寸或其他尺寸确定）时，允许在焊缝标注中省略长度尺寸的标注，如图 6-13 所示。

另外，焊缝位置的尺寸不在焊缝符号中给出，而是标注在图样上。在基本符号右侧无任何标注又无其他说明时，意味着焊缝在工件的整个长度上是连续的。在基本符号左侧无任何标注又无其他说明时，表示对接焊缝要完全焊透。

第四节　焊接结构图例

焊接结构图实际上是装配图，但对于简单的焊接构件，一般不单独画出各构成件的零件图，而是在结构图上标出各构成件的全部尺寸，如图 6-14 所示。

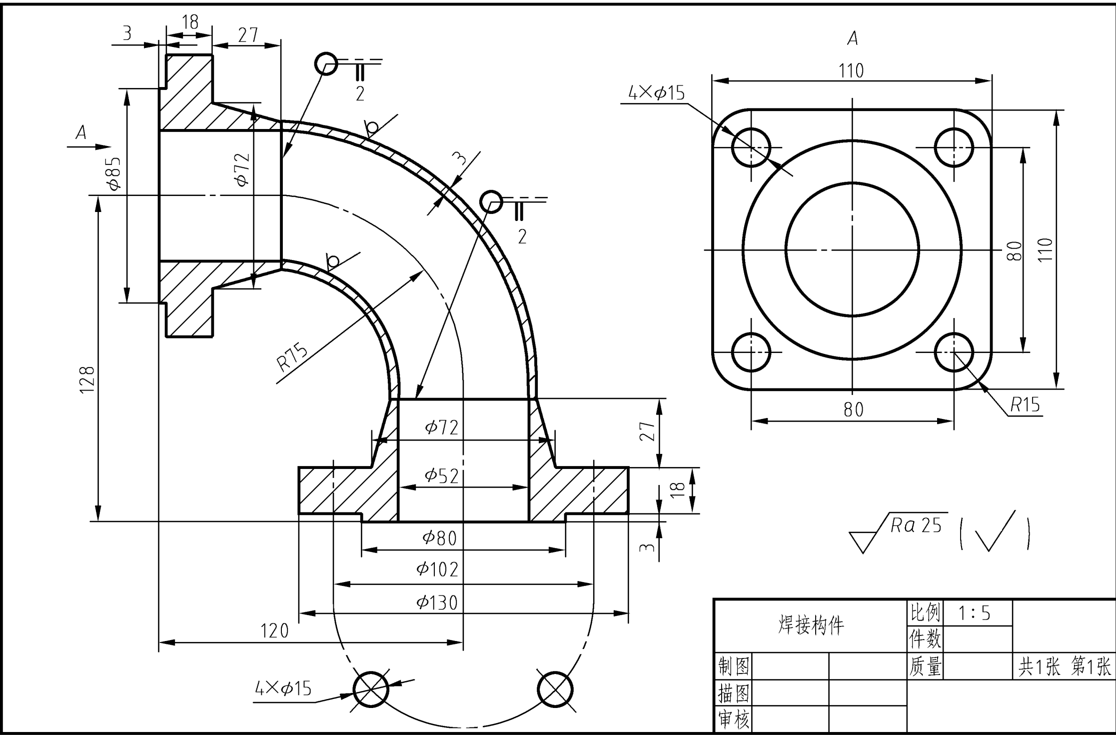


图 6-14　简单焊接构件的焊接结构图

对于复杂的焊接构件（图 6-15），应单独画出主要构成件的零件图，由弯板卷制成形者，可附有展开图，如图 6-16 所示。个别小构件仍附于结构总图上。

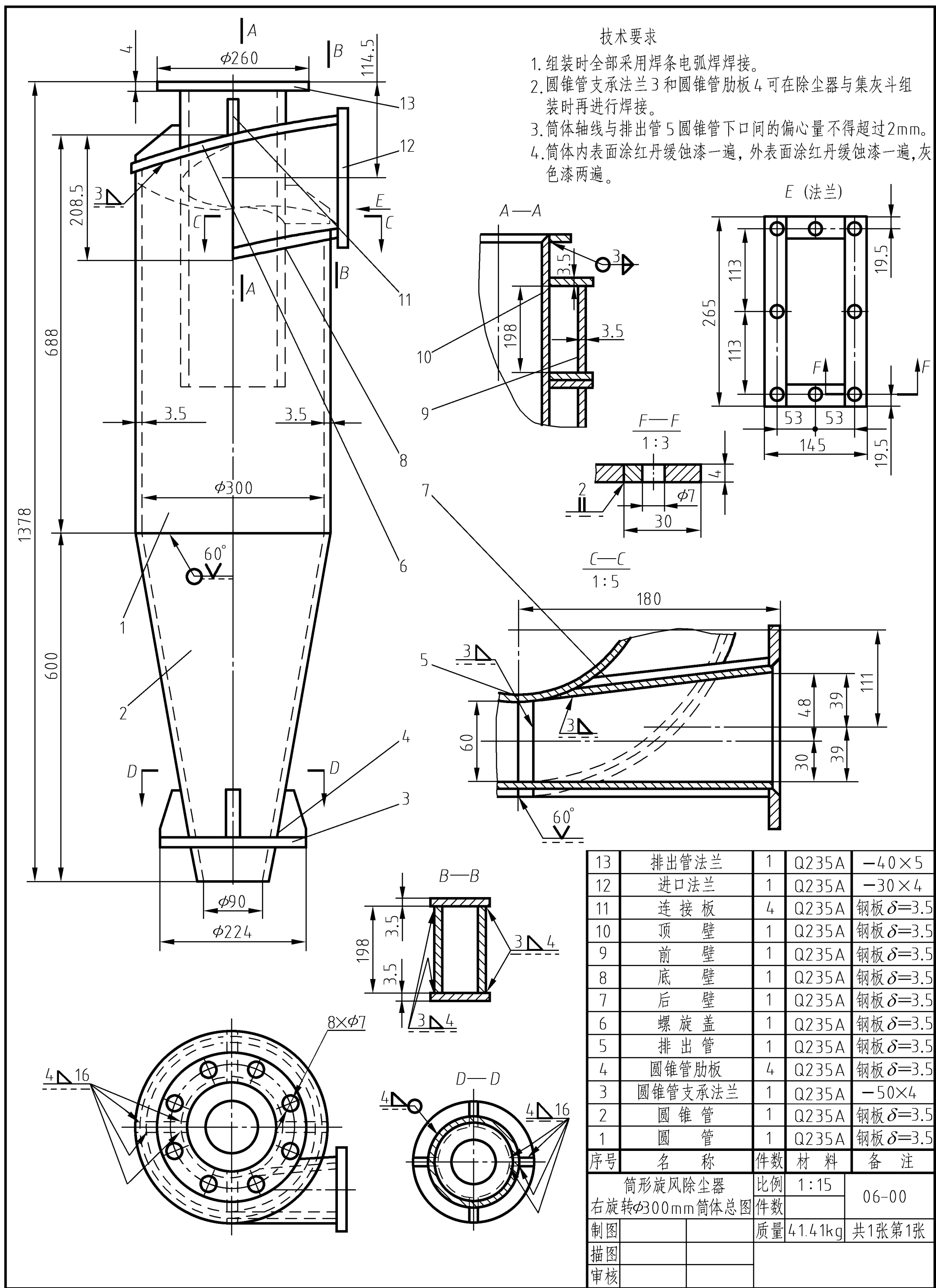
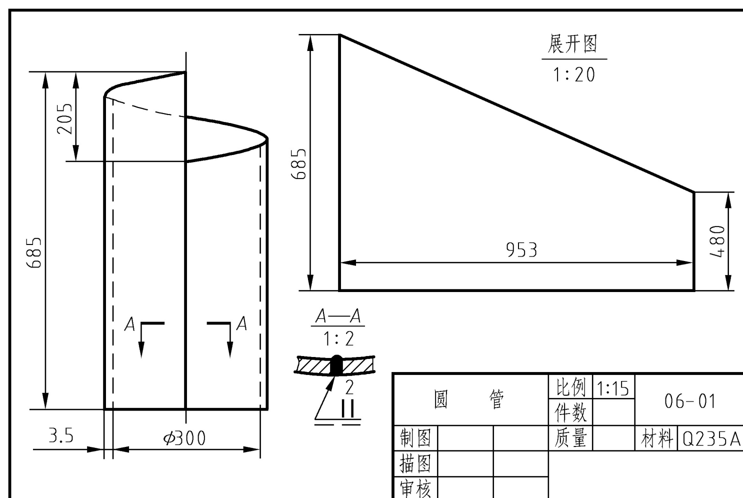
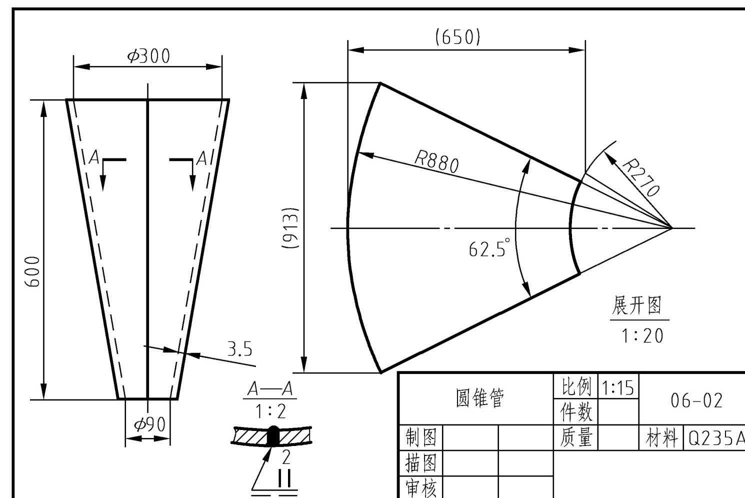
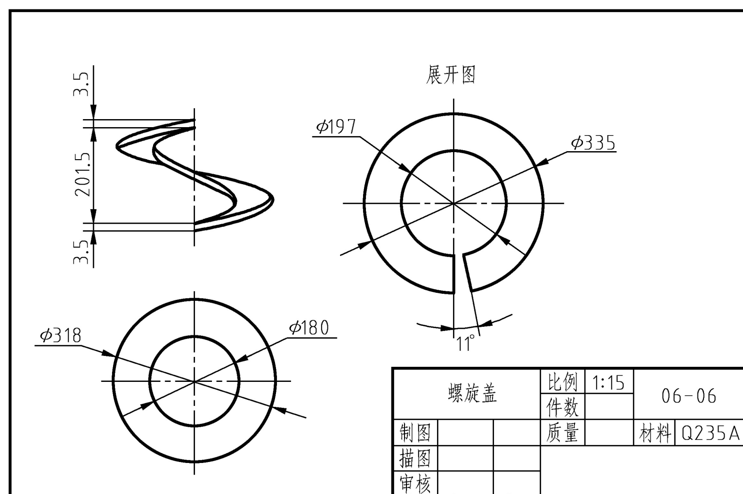


图 6-15　复杂焊接构件的焊接结构图







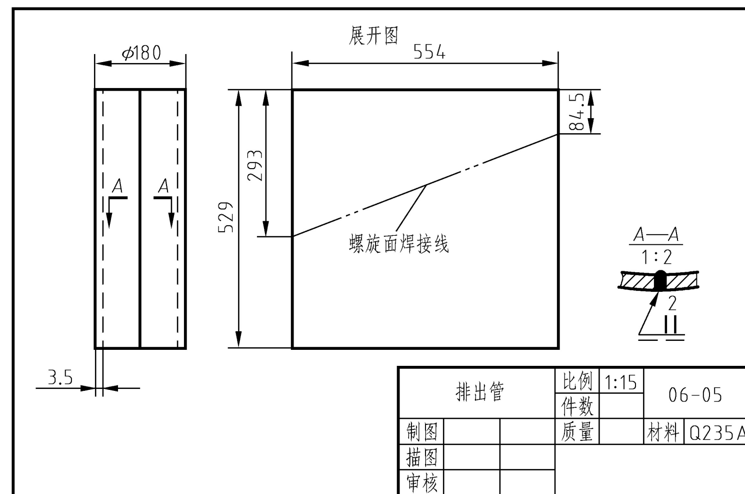


图 6-16 复杂焊接构件的主要构成件零件图

思　考　题

1. 焊接接头有几种？焊缝有几种形式和画法？
2. 焊缝符号的组成要素有哪些？
3. 焊缝尺寸包括哪些符号？
4. 焊缝的标注有何具体要求？

第七章

管道布置图

化工图样中的化工工艺图通常包括工艺流程图、设备布置图、管道布置图三个方面。其中管道布置设计的图样包括管道平面设计图、管道布置图、管道轴测图、伴热管系统布置图、管件图和管架图。本章主要讨论管道布置图的有关内容。

第一节 概 述

管道的布置和设计是指以管道仪表流程图、设备布置图及有关土建、仪表、电气、机泵等方面的图样和资料为依据，对管道进行合理的布置和设计。布置和设计首先应满足工艺要求，使管道便于安装、操作及维修，另外应合理、整齐和美观。

一、管道布置图的作用和内容

1. 管道布置图的作用

管道布置图主要用于表达车间或装置内所需管道的空间位置、尺寸规格以及与机器、设备的连接关系。管道布置图是管道安装施工的重要依据。

2. 管道布置图的内容

图 7-1 所示为某物料残液蒸馏处理系统的管道布置图，图 7-2 所示为天然气脱硫系统管道布置图。从图中可知，管道布置图一般包括以下内容：

1）一组视图。视图按正投影法绘制，包括平面图和剖视图，用以表达整个车间（或装置）的建筑物和设备的基本结构以及管道、阀门、管件、仪表控制点等的布置、安装情况。

2）尺寸和标注。在平面图和剖视图中标注管道和部分管件、控制点的平面位置尺寸和标高，还要注写厂房建筑定位轴线的编号、设备的名称及位号、管道代号、控制点代号等。

3）管口表。注写设备上相关各管口的有关数据。

4）安装方位标。安装方位标上表示管道安装方位基准的图标，一般放在图面的右上方。

5）标题栏。在栏中应注写图名、图号、比例、设计阶段等。

二、绘制管道布置图应遵循的规定

管道布置图的设计与绘制要遵循 HG/T 20549—1998《化工装置管道布置设计规定》及

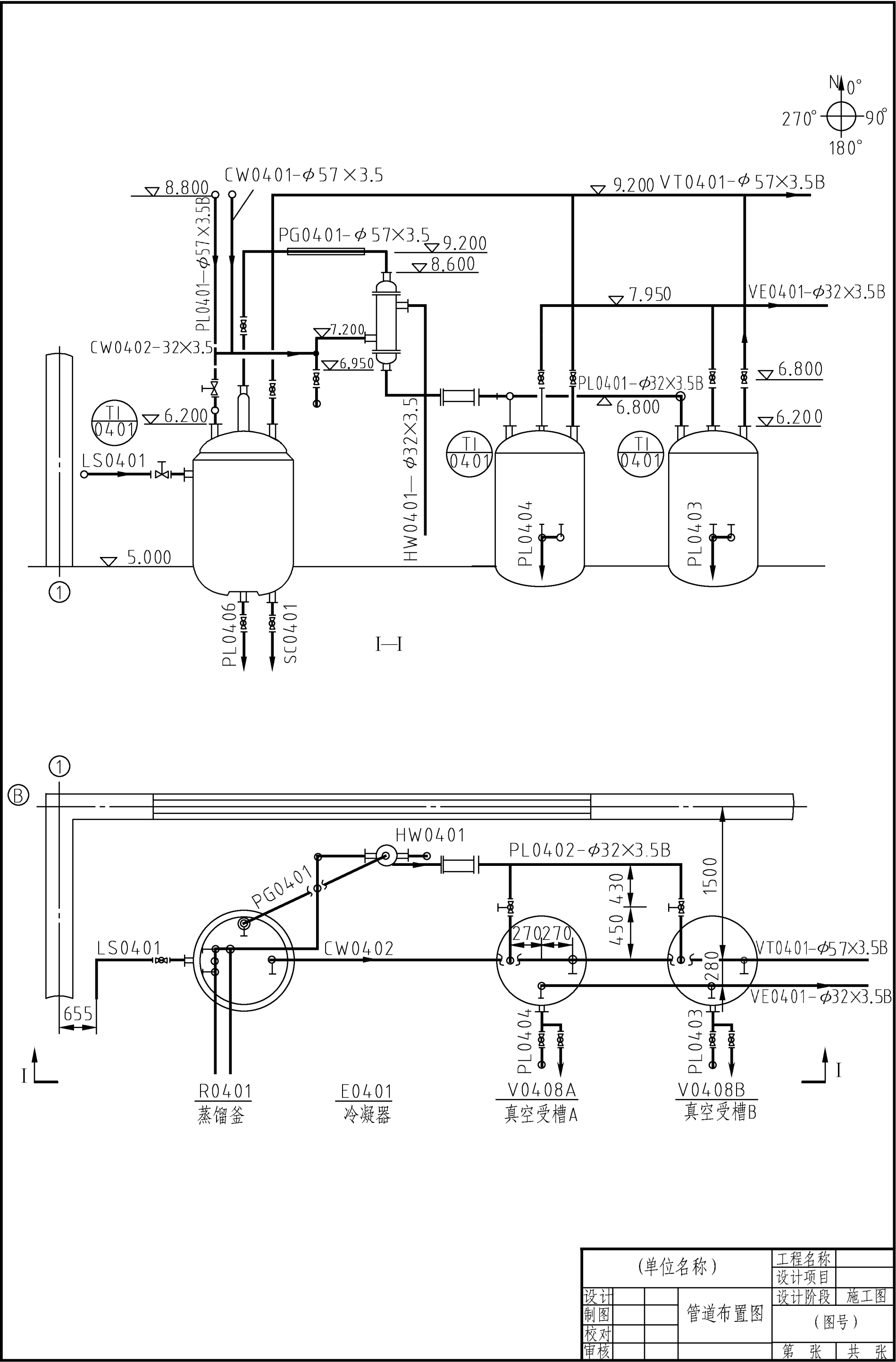
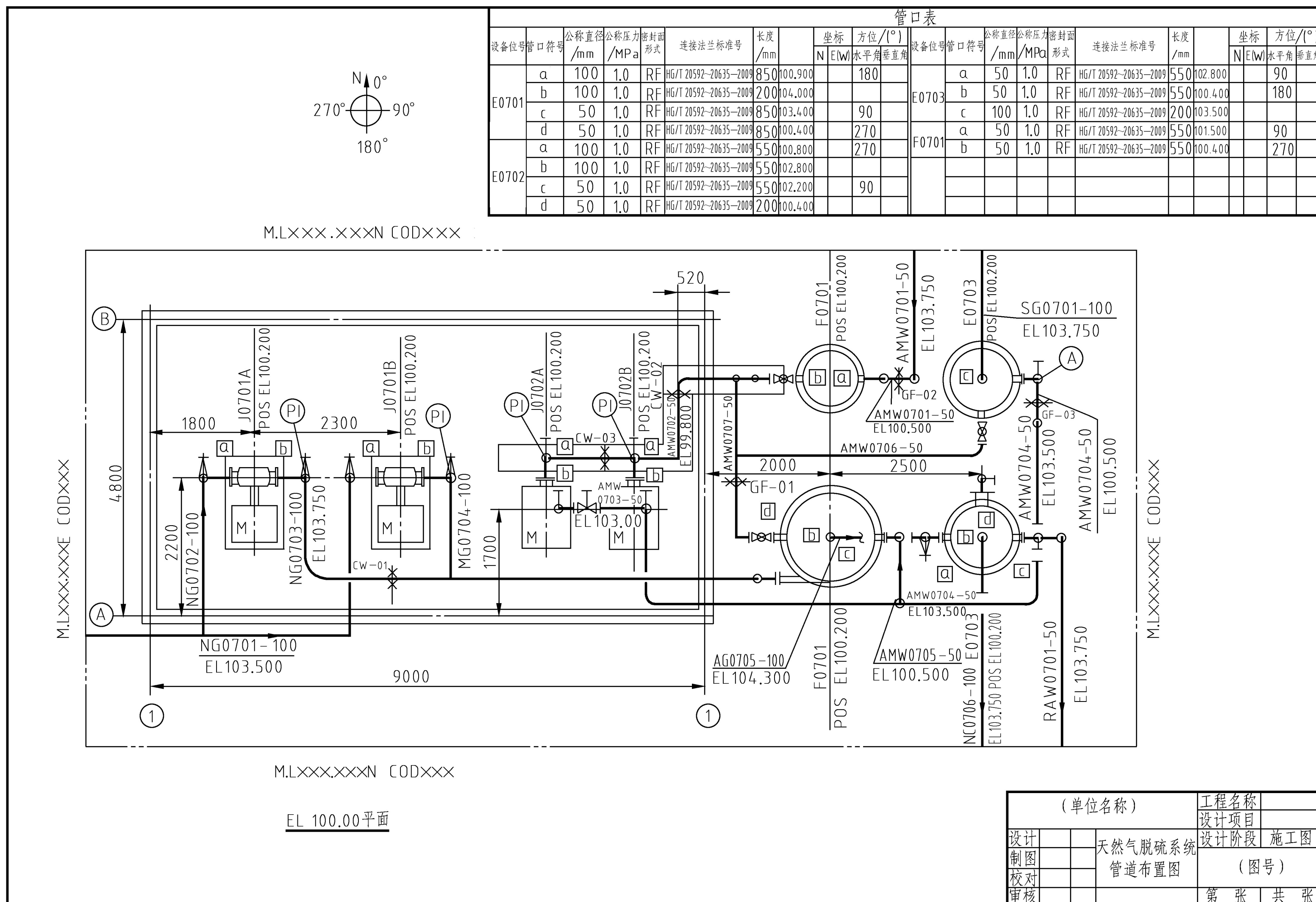


图 7-1 残液蒸馏处理系统的管道布置图



管口表

设备位号	管口符号	公称直径/mm	公称压力/MPa	密封面形式	连接法兰标准号	长度/mm		坐标 N	坐标 E(W)	方位/(°) 水平角	方位/(°) 垂直角
E0701	a	100	1.0	RF	HG/T 20592~20635—2009	850	100.900			180	
	b	100	1.0	RF	HG/T 20592~20635—2009	200	104.000				
	c	50	1.0	RF	HG/T 20592~20635—2009	850	103.400			90	
	d	50	1.0	RF	HG/T 20592~20635—2009	850	100.400			270	
E0702	a	100	1.0	RF	HG/T 20592~20635—2009	550	100.800			270	
	b	100	1.0	RF	HG/T 20592~20635—2009	550	102.800				
	c	50	1.0	RF	HG/T 20592~20635—2009	550	102.200			90	
	d	50	1.0	RF	HG/T 20592~20635—2009	200	100.400				
E0703	a	50	1.0	RF	HG/T 20592~20635—2009	550	102.800			90	
	b	50	1.0	RF	HG/T 20592~20635—2009	550	100.400			180	
	c	100	1.0	RF	HG/T 20592~20635—2009	200	103.500				
F0701	a	50	1.0	RF	HG/T 20592~20635—2009	550	101.500			90	
	b	50	1.0	RF	HG/T 20592~20635—2009	550	100.400			270	

（单位名称）			工程名称	
			设计项目	
设计		天然气脱硫系统管道布置图	设计阶段	施工图
制图			（图号）	
校对				
审核			第 张	共 张

图 7-2 天然气脱硫系统管道布置图

有关机械制图的国家标准。

第二节 管道及附件的图示画法

管道布置图采用正投影法绘制，视图表达内容主要针对管道及各种管道附件（阀门、管件、仪表控制点）。管道及其附件的图示画法应符合 HG/T 20549. 2—1998《化工装置管道布置设计工程规定》。

一、管道画法

1. 管道单线、双线的画法

管道布置图中，公称直径（*DN*）≥400mm 或 16in（1in = 25. 4mm）的管道用双线表示，*DN*≤350mm 或 14in 的管道用单线表示。若管道布置图中大口径的管道不多，则公称直径（*DN*）≥250mm 或 10in 的管道可用双线表示，*DN*≤250mm 或 8in 的管道用单线表示。单线用粗实线（或粗虚线）绘制，双线用中粗线（或中粗虚线）绘制，如图 7-3 所示。



图 7-3 管道的画法

a）单线 b）双线

2. 管道箭头的画法

在适当位置画箭头表示物料流向，单线管道画在管线上，双线管道画在中心线上，如图 7-4 所示。



图 7-4 管道箭头的画法

a）单线 b）双线

3. 管道弯折的画法

管道向下、向上及大于 90°弯折的画法如图 7-5 所示。管道公称直径小于等于或 40mm

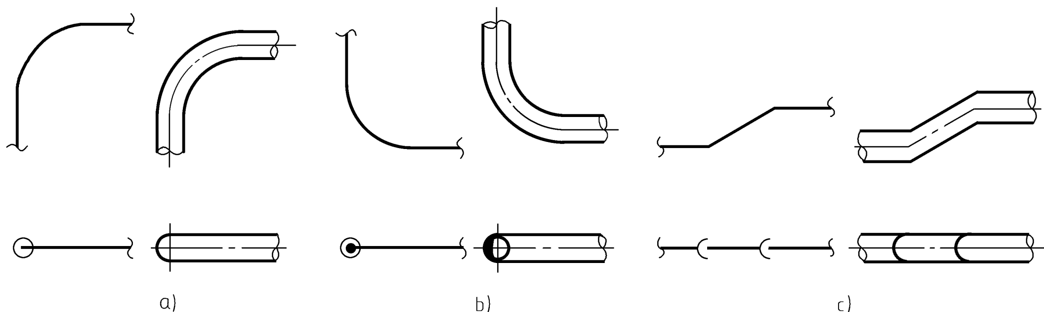


图 7-5 管道弯折的画法

a）向下弯折 90°角 b）向上弯折 90°角 c）弯折大于 90°角

或 1½in 的弯头一律用直角表示。

4. 管道交叉的画法

当两管道交叉时，可把被遮挡的管道的投影断开，其画法如图 7-6a 所示；也可将上面管道的投影断开表示，以便看见下面的管道，其画法如图 7-6b 所示。

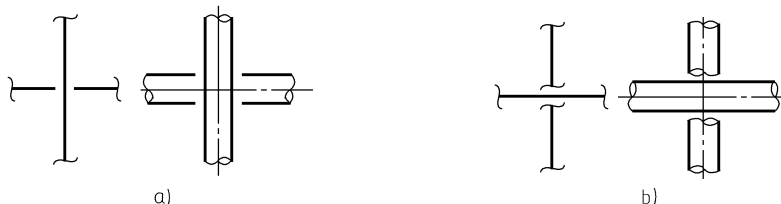


图 7-6　管道交叉的画法

a）被遮挡管道断开的画法　b）上面管道断开的画法

5. 管道重叠的画法

当管道投影重叠时，将上面（或前面）管道的投影断开表示，下面管道的投影画至重影处，稍留间隙断开，如图 7-7a、c 所示；当多条管道投影重叠时，可将最上（或最前）的一条用“双重断开”符号表示，如图 7-7b 所示，也可在投影断开处注上相应的小写字母，如图 7-7d 所示。

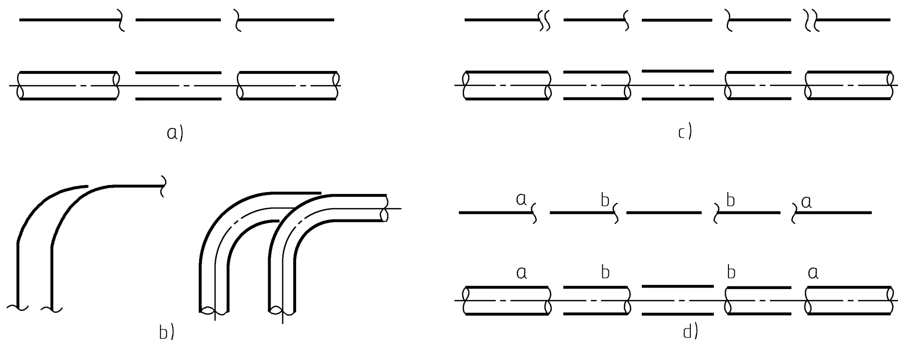


图 7-7　管道重叠的画法

a）两管道投影重叠画法　b）、d）多条管道投影重叠画法　c）管道弯折后投影重叠画法

6. 管道连接的画法

两段直管道相连有四种形式，如图 7-8a 所示。当管道用三通连接时，可能形成三个不

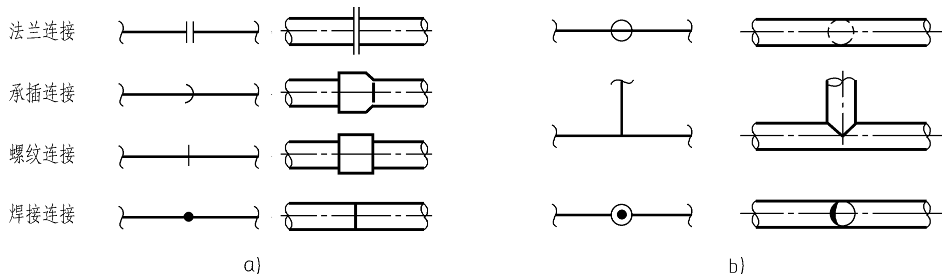


图 7-8　管道连接的画法

a）两直管道连接的画法　b）管道用三通等连接的画法

同方向的视图，其画法如图 7-8b 所示。

二、管道附件的画法

管道上的附件（如阀门、管件等）通常在管道布置图中按比例以细实线并按 HG/T 20549. 2—1998《化工装置管道布置设计工程规定》的简化画法画出。表 7-1、表 7-2 中的图例为常用图例，摘自 HG/T 20549. 2—1998。

表 7-1　管道布置图中管件符号图例

名　称		图　例	
		单线画法	双线画法
三通	法兰连接		
	焊接		
弯头	法兰连接		
	焊接		
异径管	同心法兰连接		
	偏心法兰连接		

表 7-2　管道布置图中阀门符号图例

名称	管路布置图中各视图		
闸阀			
截止阀			
节流阀			
止回阀			
球阀			

在绘制管道附件时，应注意以下几点：

1）管件不同连接方式要加以区别。如 90°弯头有三种连接方式，分别为螺纹或承插焊连接、对焊连接和法兰连接，表示方法如图 7-9 所示。

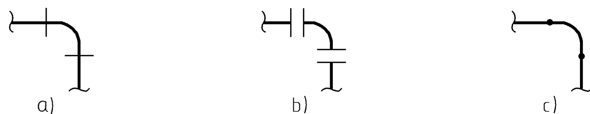


图 7-9　管件连接的画法

a）螺纹或承插焊连接　b）法兰连接　c）对焊连接

2）阀门与控制元件（传动结构）组合作为自动控制系统执行器，不仅要画出控制阀门，而且要将控制元件表示出来。图 7-10a 所示只是控制元件，图 7-10b 所示则为阀门与控制元件（传动结构）组合作为自动控制系统执行器的画法。

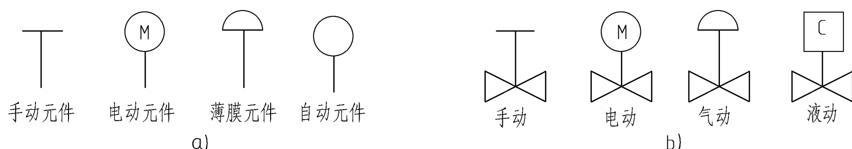


图 7-10　阀门与控制元件的画法

a）常用控制元件符号　b）阀门与控制元件的组合方式

3）阀门与管道的连接。阀门与管道的连接方式如图 7-11a 所示，在管道中绘制阀门，可能形成两个不同方向的视图，其画法如图 7-11b 所示。

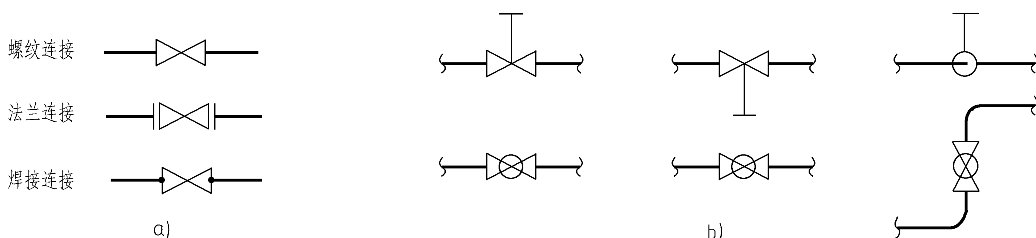


图 7-11　阀门在管道中的画法

a）阀门与管道的连接方式　b）阀门在管道中的方向

另外，管道的检测或仪表（压力、温度、流量、液面、分析、粒位、取样等）在管道布置平面图上用 ϕ10mm 的圆圈表示，并用细实线和圆圈连接起来。圆内按 PID 检测或控制仪表的符号及编号填写。

三、管道支架的画法

支架是用来支承和固定管道的，其位置一般在平面图上用符号表示，如图 7-12 所示。

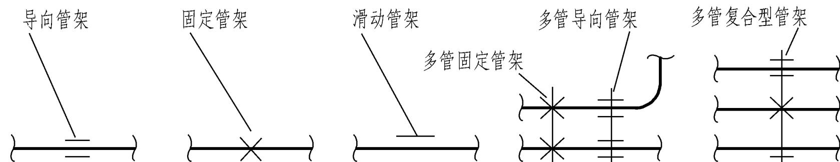


图 7-12 管道支架的表示方法

第三节 管道布置图

管道布置图是管道安装施工的重要依据，必须遵照有关规定和管道及其附件的图示画法进行绘制。

一、管道布置的要求

管道布置将直接影响工艺操作、安全生产、输出介质的能量损耗以及管道的投资，同时也存在管道布置美观的问题。对于管道布置的合理性，应主要遵循 HG/T 20549.2—1998《化工装置管道布置设计工程规定》和 HG/T 20549.5—1998《化工装置管道布置设计技术规定》中的要求。管道布置的一些主要原则及应考虑的问题如下：

1）全面了解工程对管道布置的要求，充分了解工艺流程、建筑结构、设备及管口配置等情况，由此对工程管道做出合理的初步布置。

2）冷热管道应分开布置，无法避免时应热管在上冷管在下；有腐蚀物料的管道，应布置在平列管道的下侧或外侧。管道铺设应有坡度，坡度方向一般均沿物料的流动方向。

3）管道应集中架空布置，尽量走直线，少拐弯，管道应避免出现“气袋”和“盲肠”。支管多的管道应布置在并行管道的外侧，分支气体管从上方引出，而液体管在下方引出。

4）通过道路或受负荷地区的地下管道，应加保护措施。行走过道顶的管道至地面的高度应高于 2.2m。有一定重量的管道和阀门，一般不能支承在设备上。

5）阀门要布置在便于操作的部位，对开关频繁的阀门应按操作顺序排列。重要的阀门或易开错的阀门，相互间要拉开一定的距离，并涂刷不同的颜色。

二、管道布置图的特点

1. 图幅和比例

管道布置图的图幅应尽量采用 A0，比较简单的也可以采用 A1 或 A2。同区的图应采用同一种图幅。图幅不宜加长或加宽。

常用比例为 1∶30，也可以采用1∶25或 1∶50，但同区的或各分层的平面图，应采用同一比例。

2. 图面安排及视图要求

1）分区绘制。管道布置图应按设备布置图或按分区索引图所划分的区域（以小区为基本单位）绘制。区域边界线用粗双点画线表示。在区域边界线的外侧标注分界线的代号、坐标和与此图标高相同的相邻部分的管道布置图图号，如图 7-13 所示。

2）视图要求。管道布置图一般只绘制平面图。当平面图中局部表示不够清楚时，可绘

制立面剖视图或轴测图，此时立面剖视图或轴测图可画在管道布置图边界以外的空白处或绘制在单独的图纸上，并根据需要标注尺寸。剖视符号规定用 *A*—*A*、*B*—*B* 等大写字母表示，在同一区域内符号不得重复。平面图上要表示被剖截面的剖切位置、方向及编号。

3）多层构建。对于多层建筑物、构筑物的管道平面布置图应按层次绘制，如在同一张图纸上绘制几层平面图时，应从最低层起，在图纸上由下至上或由左至右依次排列，并于各平面图下注明“EL×××. ×××平面”。



图 7-13　区域分界线的表示方法

注：B. L 表示装置、边界，M. L 表示接续线，CDO 表示接续图。

3. 图示方法

管道布置图采用正投影法绘制。如图 7-1 所示，管道布置图中视图的表达内容主要有三部分：建筑物及其构件、设备及管口、管道及其附件。

1）建筑物及其构件应按比例绘制，根据设备布置图用细点画线、细实线画出厂房的定位轴线和各种构件。对于与管道布置图无关的内容可以简化。

2）设备及管口用细点画线、细实线绘制。按设备布置图所确定的位置画出所有设备的中心线（定位线）以及设备的外形和基础，设备上与管道相关的管口应全部画出。

3）管道及其附件的图示画法应符合 HG/T 20549. 2—1998《化工装置管道布置设计工程规定》。

三、管道布置图的标注

1. 建筑物及其构件

在管道布置图上，要标注建筑定位轴线的编号及柱距尺寸，标注平台和构筑物标高。标注方法详见建筑制图相关规定。

2. 设备

在管道布置图上，所有设备均要标注设备位号及名称，且要与设备布置图一致；按设备布置图标注所有设备的定位尺寸和基础面（中心线、支承面）标高。

3. 管道

在管道布置图上，所有管道均要标出物料的流动方向，注写管道代号；所有管道均要标注定位尺寸，定位尺寸标注在平面图上，可以以建筑定位轴线、设备中心线、设备管口法兰为基准进行标注，与设备管口相连的直管段则不需标注定位尺寸；一般需注出管道、阀门、设备管口的标高。管道的标高标注在立面剖视图上，标高基准选择厂房首层室内地面，确定管道中心线的标高。

4. 阀门、管件、管架

阀门、管件、管架按规定符号画出，一般不注定位尺寸。对某些有特殊要求的管件应注写要求及说明；阀门的安装标高应在立面剖视图中注出，当阀门类型较多时，应在阀门符号

旁注明其编号及公称尺寸；每个管架标注一个管架号，在平面图上画出管架的所在位置后，一般不再标注尺寸。

5. 仪表控制点

仪表控制点的标注要与施工流程图一致，可以用指引线指引在安装位置处，也可以在水平线上写出规定符号。

6. 管口表

当管道布置图中所涉及的设备管口较多时，需要绘制相应的管口表，管口表在管道布置图的右上角，填写该管道布置图中设备管口（图 7-2）。

第四节　读管道布置图

阅读管道布置图的目的是了解管道、管件、阀门、仪表控制点等在车间（或装置）中的具体布置情况。

一、读管道布置图的步骤

1. 明确视图数量及关系

阅读管道布置图首先要明确视图关系，了解平面图的分区情况，平面图、立面剖视图的数量及配置情况。在此基础上进一步弄清各立面剖视图在平面图上的剖切位置及各视图之间的关系。

2. 看懂管道的来龙去脉

根据施工流程图，从起点设备开始按流程顺序、管道编号，对照平面图和立面剖视图，逐条弄清其投影关系，并在图中找出管件、阀门、控制点、管架等的位置。

3. 分析管道位置

在看懂管道走向的基础之后，在平面图上以建筑定位轴线、设备中心线、设备管口法兰等为尺寸基准，阅读管道的水平定位尺寸；在立面图上以地面为基准，阅读管道的安装标高，进而逐条查明管道位置。

二、读管道布置图举例

以图 7-1 为例阅读管道布置图如下：

从图 7-1 所示的某工段管道布置图可看出，该图有一个平面图和一个立面剖视图。

对照图 7-1 中的平面图、Ⅰ—Ⅰ剖视图可知：PL0401-ϕ57×3. 5B 物料管道从标高 8. 8m 由南向北，向下转弯进入蒸馏釜；另一根水管 CW0401-ϕ57×3. 5 也由南向北，向下转弯，然后分为两路，一路向西向下转弯再向南转弯与 PL0401 相交，另一路向东再向北向下转弯，然后又向北，向上转弯再向东接冷凝器。物料管与水管在蒸馏釜、冷凝器的进口处都装有截止阀。

PL0401-ϕ57×3. 5B 管是从冷凝器下部连至真空受槽 A、B 上部的管道，它先从出口向下至标高 6. 80m 处，向东 1000（单位为 mm，后同）分出一路向南 880 再向下转弯进入真空受槽 A，原管线继续向东 1800 又向南转弯再向下进入真空受槽 B，此管在两个真空受槽的入口处都装有截止阀。

VE0401-ϕ32×3.5B 管是连接真空受槽 A、B 与真空泵的管道，由真空受槽 A 顶部向上至标高 7.95m 的管道向东转弯与来自真空受槽 B 顶部的管道汇合，汇合后继续向东与真空泵相接。

VT0401-ϕ57×3.5B 管是与蒸馏釜和真空受槽 A、B 相连接的放空管，标高为 9.40m，在连接各设备的立管上都装有截止阀。

设备上其他管道的走向、转弯、分支及位置情况，也可按同样的方法进行分析。

在阅读过程中，还可参考施工流程图、设备布置图、管道轴测图等，以全面了解设备、管道、管件阀门、控制点的布置情况。

思　考　题

1. 管道布置图的作用与内容是什么？
2. 管道布置图中管道及其附件的图示有何特点？管道布置图的表达方法有哪些特点？
3. 管道布置有哪些要求？
4. 管道布置图的标注有何要求？
5. 阅读管道布置图的步骤是什么？

第八章

化工设备图

化工制图是工程制图的一部分，是专门研究化工图样的绘制和阅读的课程，它具有十分明显的专业特征。

化工图样可分为两类：化工机器及化工设备图、化工工艺图。本章主要讨论化工设备图的有关内容。

第一节 概 述

在化学工业生产中，典型的化工设备有容器、热交换器、塔器和反应器。用来表达化工设备结构、形状、大小、性能和制造、安装等技术要求的工程图样称为化工设备图。

化工设备图是设备设计、制造、安装、维修及使用的依据，由于化工设备的特殊性，在化工设备图中除了要遵守《机械制图》国家标准的规定外，还应遵守化工设备图特有的规定及内容，以满足化工设备特定的技术要求以及严格的图样管理需要。

一、化工设备图的种类

一套完整的化工设备图通常包括：

1）装配图。装配图是表示设备全貌、组成和特性的图样，是表达其各主要部分的结构特征、装配和连接关系、特征尺寸、外形尺寸、安装尺寸及对外连接尺寸、技术要求等技术资料的图样。

2）部件图。部件图是表示可拆或不可拆部件的结构、尺寸，以及所属零部件之间的关系、技术特征和技术要求等资料的图样。

3）零件图。零件图是表示化工设备零件形状、尺寸及加工、热处理、检验等技术资料的图样。

4）零部件图。零部件图是由零件图、部件图组成的图样。

5）表格图。表格图是用表格表示的多个形状相同、尺寸大小不同的零件的图样。

6）特殊工具图。特殊工具图是表示设备安装、试压和维修时使用的特殊工具的图样。

7）标准图（或通用图）。标准图是由国家部门和各设计单位编制的化工设备上常用零部件的标准图（或通用图）。

8）梯子平台图。梯子平台图是表示支承与设备外壁上的梯子、平台结构的图样。

9）预焊件图。预焊件图是表示设备外壁上保温、梯子、平台、管线支架等安装前在设

备外壁上需预先焊接的零件图样。

10）管口方位图。管口方位图是表示设备上管口、支耳、吊耳、人孔吊柱、板式塔降液板、换热器折流板缺口位置、地脚螺栓、接地板、梯子及铭牌等方位的图样。

二、化工设备图的基本规定

1. 图纸幅面

化工设备图的图纸幅面应遵守 GB/T 14689—2008《技术制图　图纸幅面和格式》的规定。优先选用基本幅面 A1～A4，必要时可采用加长幅面。加长幅面是由基本幅面的短边成整数倍增加而形成的。

绘制化工设备图时，A1、A2、A3 为常用幅面，A1 加长幅面尽量不用，A3 幅面不允许单独竖放，A4 幅面不允许横放。

化工设备图允许在一张图纸上绘制多个图样，每一个图样的幅面尺寸应按 GB/T 14689—2008 的规定分割，如图 8-1a 所示，图纸幅面框用细实线绘制图框用粗实线绘制。还允许以内边框为准，用细实线划分图纸幅面为接近标准幅面尺寸的图样幅面，如图 8-1b 所示。

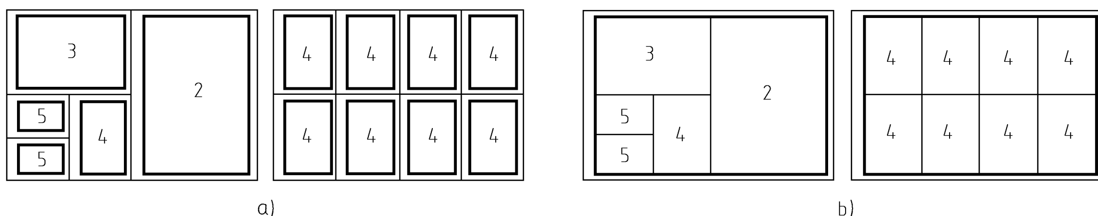


图 8-1　图纸幅面的划分

a）按标准幅面尺寸划分图纸幅面　b）按非标准幅面尺寸划分图纸幅面

2. 绘图比例

绘图比例应符合 GB/T 14690—1993《技术制图　比例》的规定。当某些图形不按比例绘制时，应特殊注明。

3. 化工设备图在图幅上的排列原则

化工设备图与机械图样有所不同，一是化工设备的装配图、零部件图允许安排在同一个图幅内；二是当化工设备的装配图安排在同一个图幅内有困难时，可以分画在两张或多张图纸上。

（1）图样在图纸上的安排原则

1）装配图一般不与零部件图画在同一张图纸上。但对于只有少数零部件的简单化工设备，允许将零件图、部件图和装配图画在同一张图纸上（图 8-2）。装配图安排在图纸的右侧。

2）部件及其所属零件的图样应尽可能画在同一张图纸上（图 8-3）。部件图安排在图纸的右方或下方。

3）同一设备的零件图、部件图应尽可能编排成 A1 幅面的图样。若干零件图、部件图需安排成两张以上的图样时，应尽可能将件号相连的零件图或加工、安装、结构关系密切的零件图安排在同一张图样上。

（2）视图分画在数张图纸上的安排原则

1）主要视图及所属的技术要求、技术特性表（或制造、检验的主要数据）、管口表、明细表、选用表及图样目录等项均应安排在第一张图样上。

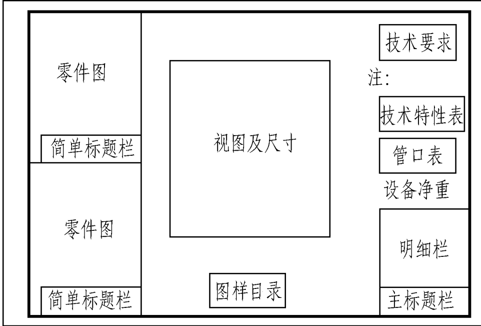


图 8-2　装配图附有零件图的图面安排

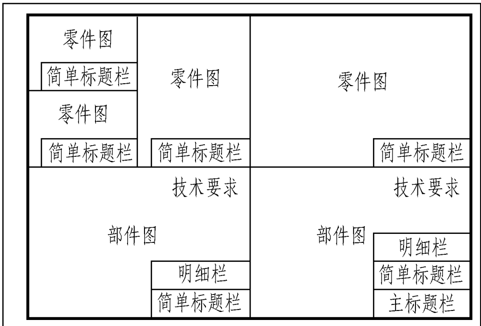


图 8-3　部件图附有零件图的图面安排

2）在每张图样的技术要求下方，应加“注”，说明其相互关系。例如：在主视图图样上应写出“注：右视图、*A* 向视图及 *B*—*B* 剖视见××-×××-2 图样”，××-×××-2 是上述视图所在图号；在其余图样上应写出“注：主视图见××-×××-1 图样”，××-×××-1 是主视图所在图号。

4. 化工设备图的绘图原则

（1）不需单独绘制图样原则　一般情况下，每一个零件、部件或设备均应单独绘制图样，若符合下列情况则可不单独绘制图样：

1）符合国家标准、专业标准等的零部件及外购件。

2）尺寸与标准件相同而材料不同时，仍可不画其零件图。但应在明细栏中注明规格和材料，并在备注栏中注写“尺寸按××××标准”，图号或标准号栏中不写标准号。

3）对一些结构简单，尺寸大小、结构形状已在装配图或部件图上表达清楚，又不需机械加工（少量钻孔、焊缝坡口除外）的浇注件、铆焊件、胶合件等，可不单独绘制零件图。

4）几个铸件在制造过程中需要一起备模划线者，应按部件图绘制，不必单独绘制零件图（如分块铸造和焊接的箅子板等）。此时在部件图上需标明制造零件所需的全部资料。

5）两个简单的对称零件，在不致造成施工错误的情况下，可只画出一个。但在装配图中仍应分别编号，并在零件图中附加说明“本图系表示件号×，件号×与件号××左右对称”。

6）形状相同、结构简单，仅部分尺寸大小不同的数个零件，可以用一张表格图表达，但变量参数一般不超过五个。绘制表格图规定：图样中必须注明不变参数及文字说明，可变参数则以字母代替；制表用于表示件号、图号及其对应的可变参数的数值及质量等。

（2）需单独绘制部件图原则

1）由于加工工艺和设计的需要，零件必须在组合后才进行机械加工的部件，如带短节的设备法兰、由两半组成的大齿轮、由两种不同材料的零件组成的蜗轮等。

2）具有独立结构，必须画部件图才能清楚地表示其装配要求、力学性能和用途的可拆卸或不可拆卸部件，如搅拌传动装置、对开轴承、联轴器等。

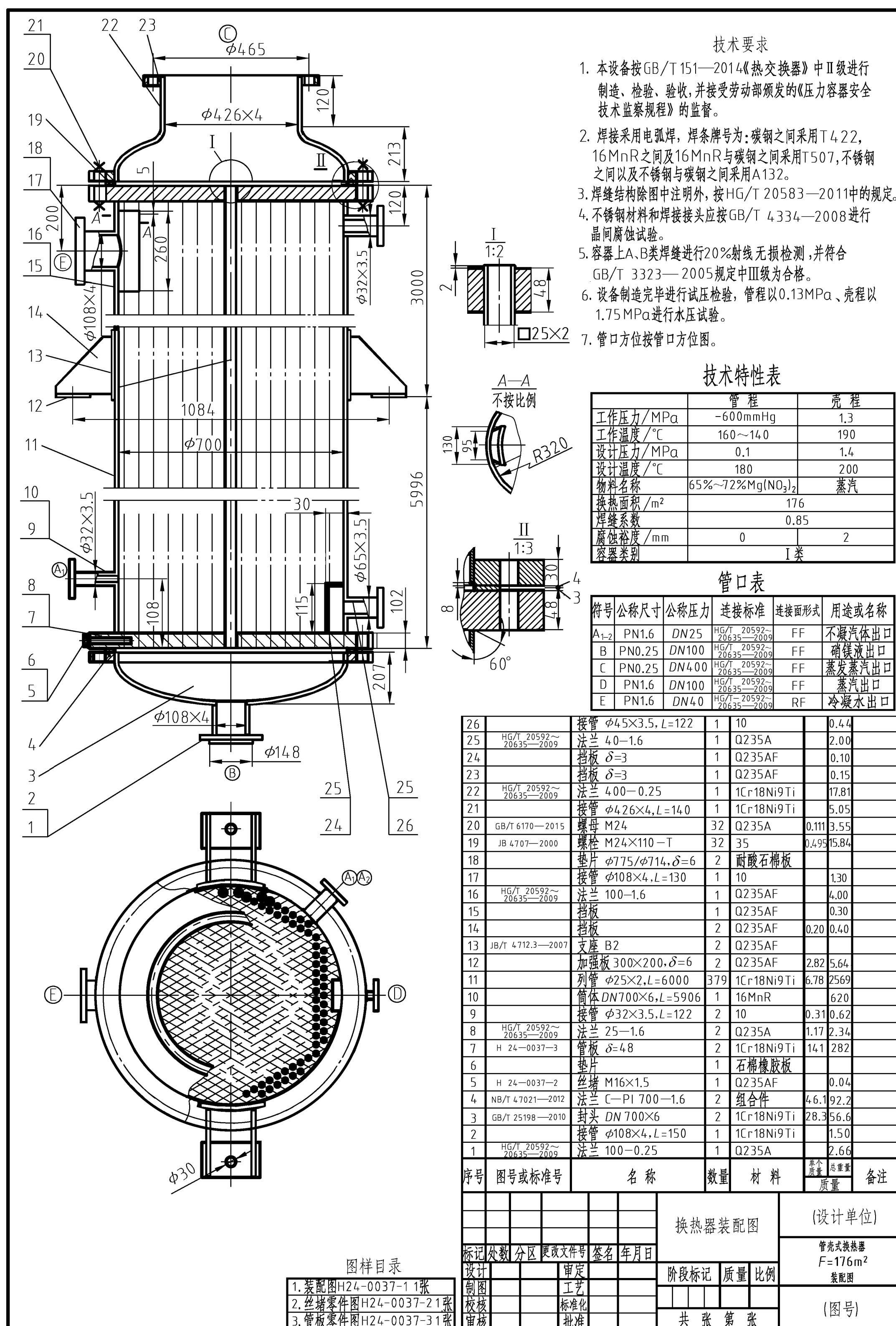
3）复杂的设备壳体。

4）铸造、锻造的零件。

三、化工设备图的内容

1. 基本内容

图 8-4 所示是一台换热器装配图，从图中可以看出化工设备图通常包括以下几个基本内容：



技术特性表

	管 程	壳 程
工作压力/MPa	-600mmHg	1.3
工作温度/℃	160～140	190
设计压力/MPa	0.1	1.4
设计温度/℃	180	200
物料名称	65%～72%$Mg(NO_3)_2$	蒸汽
换热面积/m²	176	
焊缝系数	0.85	
腐蚀裕度/mm	0	2
容器类别	Ⅰ类	

管口表

符号	公称尺寸	公称压力	连接标准	连接面形式	用途或名称
A_{1-2}	PN1.6	DN25	HG/T 20592～20635—2009	FF	不凝汽体出口
B	PN0.25	DN100	HG/T 20592～20635—2009	FF	硝镁液出口
C	PN0.25	DN400	HG/T 20592～20635—2009	FF	蒸发蒸汽出口
D	PN1.6	DN100	HG/T 20592～20635—2009	FF	蒸汽出口
E	PN1.6	DN40	HG/T 20592～20635—2009	RF	冷凝水出口

序号	图号或标准号	名 称	数量	材 料	单个质量	总重量	备注
26		接管 ϕ45×3.5，L=122	1	10		0.44	
25	HG/T 20592～20635—2009	法兰 40—1.6	1	Q235A		2.00	
24		挡板 δ=3	1	Q235AF		0.10	
23		挡板 δ=3	1	Q235AF		0.15	
22	HG/T 20592～20635—2009	法兰 400—0.25	1	1Cr18Ni9Ti		17.81	
21		接管 ϕ426×4，L=140	1	1Cr18Ni9Ti		5.05	
20	GB/T 6170—2015	螺母 M24	32	Q235A	0.111	3.55	
19	JB 4707—2000	螺栓 M24×110—T	32	35	0.495	15.84	
18		垫片 ϕ775/ϕ714，δ=6	2	耐酸石棉板			
17		接管 ϕ108×4，L=130	1	10		1.30	
16	HG/T 20592～20635—2009	法兰 100—1.6	1	Q235AF		4.00	
15		挡板	1	Q235AF		0.30	
14		挡板	2	Q235AF	0.20	0.40	
13	JB/T 4712.3—2007	支座 B2	2	Q235AF			
12		加强板 300×200，δ=6	2	Q235AF	2.82	5.64	
11		列管 ϕ25×2，L=6000	379	1Cr18Ni9Ti	6.78	2569	
10		筒体 DN700×6，L=5906	1	16MnR		620	
9		接管 ϕ32×3.5，L=122	2	10	0.31	0.62	
8	HG/T 20592～20635—2009	法兰 25—1.6	2	Q235A	1.17	2.34	
7	H 24—0037—3	管板 δ=48	2	1Cr18Ni9Ti	141	282	
6		垫片	1	石棉橡胶板			
5	H 24—0037—2	丝堵 M16×1.5	1	Q235AF		0.04	
4	NB/T 47021—2012	法兰 C—PI 700—1.6	2	组合件	46.1	92.2	
3	GB/T 25198—2010	封头 DN 700×6	2	1Cr18Ni9Ti	28.3	56.6	
2		接管 ϕ108×4，L=150	1	1Cr18Ni9Ti		1.50	
1	HG/T 20592～20635—2009	法兰 100—0.25	1	Q235A		2.66	

标记	处数	分区	更改文件号	签名	年月日	换热器装配图	(设计单位)
设计			审定			阶段标记 / 质量 / 比例	管壳式换热器 F=176m² 装配图
制图			工艺				
校核			标准化				(图号)
审核			批准			共 张 第 张	

图 8-4　化工设备图

（1）一组视图　用一组视图表示设备的结构形状、各零部件之间的装配连接关系。视图是图样的主要内容。

（2）尺寸标注　图中标注必要的尺寸以表示设备的总体大小、规格、装配和安装等尺寸数据，为制造、装配、安装、检验等提供依据。

（3）零部件编号及明细栏　组成该设备的所有零部件必须按顺时针或逆时针方向依次编号，并在明细栏内填写每一编号零部件的名称、规格、材料、数量、质量以及有关图号或标准号等内容。

（4）管口符号及管口表　设备上的所有管口均需注出符号，并在接管口表中列出各管口的有关数据和用途等内容。

（5）技术特性表　表中列出设备的主要工艺特性，如操作压力、操作温度、设计压力、设计温度、物料名称、容器类别、腐蚀裕量、焊缝系数等。

（6）技术要求　用文字说明设备在制造、检验、安装、运输等方面的特殊要求。

（7）标题栏　用以填写该设备的名称、主要规格、作图比例、图样编号等项内容。

（8）其他　如图样目录、修改表、选用表、设备总质量、特殊材料质量、压力容器设计许可证章等。

2. 化工设备零件图、部件图和装配图的各内容在图样中的布置

化工设备图常用的零件图、部件图及装配图中的基本内容有所不同。各内容在图样中的布置如图 8-5~图 8-7 所示。

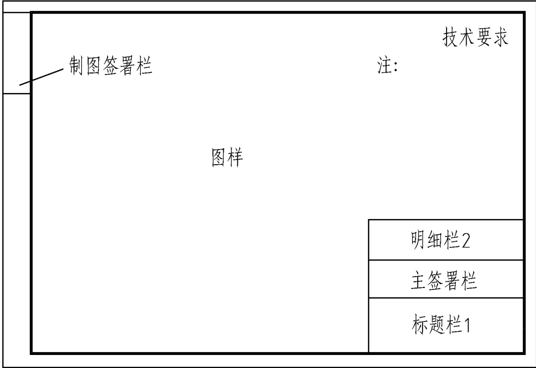


图 8-5　化工设备零件图中各要素的布置

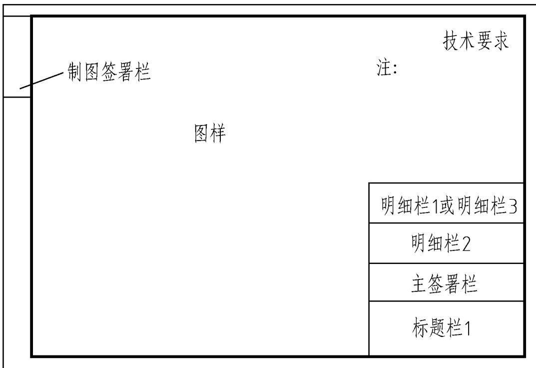


图 8-6　化工设备部件图中各要素的布置

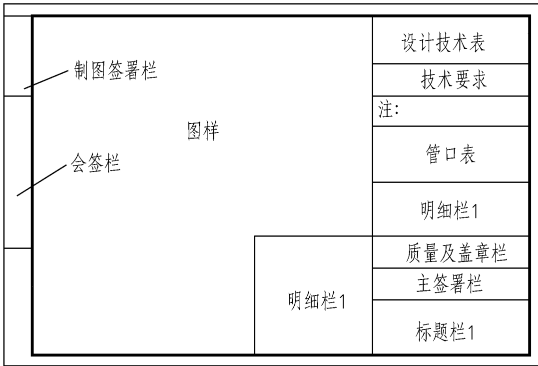


图 8-7　化工设备装配图中各要素的布置

第二节　化工设备的视图表达

前面章节讨论的机件常用表达方法（如视图、剖视图、断面图、简化和规定画法）在表达化工设备时同样适用。但由于化工设备的基本结构有它独有的特点，因此，化工设备图的视图表达也有一些相应的特点。

一、化工设备的基本结构特点

常见的几种典型化工设备有容器、热交换器、塔器和反应釜，这些设备虽然结构形状、尺寸大小、安装方式各不相同，但构成设备的基本形体以及采用的许多通用零部件却有共同的特点。

1）基本形体以回转体为主。化工设备多为壳体容器，其主体结构（筒体、封头）以及一些零部件（人孔、手孔、接管）多由圆柱、圆锥、圆球或椭球等结构构成。

2）各部分的结构尺寸大小相差悬殊。设备的总体尺寸与壳体厚度或其他细部结构尺寸大小相差悬殊，大尺寸大至几十米，小的只有几毫米，因此具有大的高（长）径比。

3）壳体上开孔和管口多。根据化工工艺的要求，在设备壳体上有许多开孔和管口，如进（出）料口、放空口、清理口、观察孔、人手孔及液面、温度、压力、取样等检测口。

4）广泛采用标准化零部件。化工设备中的许多零部件都已经标准化、系列化，如筒体、封头、支座、管法兰、设备法兰、人手孔、视镜、液压计、补强圈等；一些典型设备中的部分常用零部件也有相应的标准，如填料箱、搅拌器、波形膨胀节、浮阀及泡罩等，在设计时可根据需要直接选用。

5）大量采用焊接结构。化工设备中不仅许多零部件采用焊接成形，而且零部件之间的连接也广泛采用焊接方法，如筒体、封头、支座等的成形，筒体与封头、壳体与支座、壳体与接管的连接。焊接结构多是化工设备的一个突出特点。

6）对材料有特殊要求。化工设备的材料除考虑强度、刚度因素外，还应考虑耐腐蚀、耐高温、耐深冷、耐高压、高真空等因素。因此，化工设备不仅使用碳钢、合金钢、有色金属、稀有金属和一些非金属材料作为结构材料，还经常使用金属和非金属作为喷镀、喷涂或衬里材料，以满足各种设备的特殊要求。

由于上述结构特点，在化工设备的表达方法上，形成了相应的表达特点。

二、化工设备图的视图表达

1. 视图配置灵活

化工设备大多是回转体，一般采用两个基本视图即可表达设备的主体结构。立式设备通常为主、俯视图（图 8-4），卧式设备一般为主、左视图（图 8-33）。主视图为表达设备的内部结构常采用全剖视和局部剖视的方法。当设备的总高（长）较大时，由于图幅有限，俯、左视图难以按照基本视图配置，这时可按向视图配置，也允许画在另一张图纸上，但需注明视图关系。

某些结构形状简单，在装配图上能表达清楚的零件，其零件图可直接画在装配图中的适当位置，并注明“件号××的零件图”。在装配图中，还可放置其他一些视图，如支座的底板尺寸

图、气柜的配重图、标尺图和零件的展开图等。有的化工设备比较简单，仅用一个基本视图和一些辅助视图即可把结构表达清楚，用管口方位图表达设备的管口及其他附件分布情况。

2. 细部结构的表达方法

由于化工设备结构尺寸相差悬殊，按总体尺寸选定的绘图比例往往无法将细部结构同时表达清楚。因此，化工设备图中采用了较多的局部放大图（节点详图）和用夸大画法来表达细部结构并标注尺寸。

如果设备部分结构的图形过小时，则采用局部放大图表达。局部放大图可按被放大结构的复杂程度，采用视图、剖视、断面等方法表达，并用细实线圈出，也可用波浪线、双折线画出界限。采用放大比例时，可按规定比例画图，也可不按比例画图，但均需注明。如图 8-4 中的Ⅰ、Ⅱ和 A—A。

对于化工设备中的壳体厚度、接管厚度和垫片、挡板、折流板等的厚度，当按绘图比例缩小后，难以将其厚度表达清楚时，可采用夸大画法。其余细小结构或较小的零部件也可以采用夸大画法。如图 8-4 中的壳体厚度、垫片及管板厚度、螺塞和接管法兰等，均采用了夸大画法。

薄壁部分的剖面符号允许采用涂色的方法。

3. 断开画法和分段画法

对于过高（长）的化工设备，如塔器、换热器等，当沿其轴线方向有相当部分的形状和结构相同，或按一定规律变化时，可采用断开画法，即用双点画线将设备中重复出现的结构或相同结构断开，使图形缩短，简化作图，便于选用较大的作图比例，合理使用图纸幅面。图 8-4 中列管及壳体即采用了断开画法。

对于较高的塔设备，在不适合采用断开画法时，可采用分段的表达方法，即把整个塔体分成若干段，以利于绘图时的图面布置和比例选择，如图 8-8 所示。

当由于断开画法和分段画法造成设备总体形象表达不完整时，可采用缩小比例、单线条画出设备整体外形图或剖视图。在整体图上，可标注总高尺寸、各主要零部件的定位尺寸及各管口的标高尺寸，如图 8-9 所示。

4. 多次旋转的表达方法

化工设备壳体上分布着众多管口及其他附件，为了在主视图上能够清楚地表达它们的结构形状和位置高度，避免各个位置的接管在投影上产生重叠，允许采用多次旋转的表达方法。假想将设备周向分布的接管及其他附件分别旋转到与主视图所在投影面平行的位置进行投影，得到反映它们实形的视图或剖视图。如图 8-10 所示，液位计接管（LG_1、LG_2）是按顺时针方向旋转 45°，人孔 M 是按逆时针方向旋转 45°后画出的。

为避免混乱，在不同的视图中，同一接管或附件应用相同的拉丁字母进行编号。对于规格、用途相同的接管或附件可使用同一字母，并用阿拉伯数字作为下角标，以表示个数。如图 8-10 所示，液位计接管用 LG_1、LG_2 表示。

在化工设备图中采用多次旋转的画法时，允许不做任何

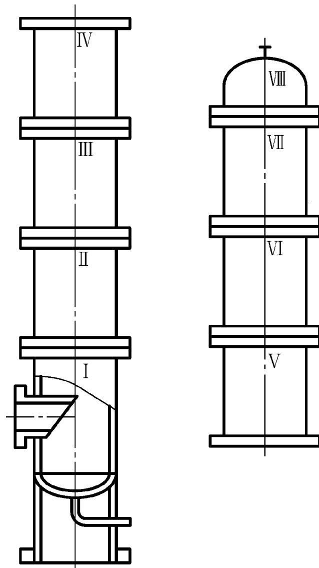


图 8-8 设备分段表示法

标注，但这些结构的周向方位要以俯视图或管口方位图为准。

5. 管口方位的表达方法

化工设备壳体上管口和附件方位的确定，在设备制造、安装等方面都是至关重要的，必须表达清楚。图 8-10 中俯视图已将各管口方位表达清楚，可不必画出管口方位图。但有的化工设备仅用一基本视图和一些辅助视图就可将其基本结构形状表达清楚，此时往往需要用管口方位图来表达设备的管口及其他附件分布的情况。如图 8-11 所示，用中心线表明管口位置，用粗实线示意画出设备管口，在方位图上标明与主视图相同的拉丁字母。

若化工工艺人员已给出管口方位图，则可直接在“技术要求”中说明管口方位图图号，如图 8-4 所示。

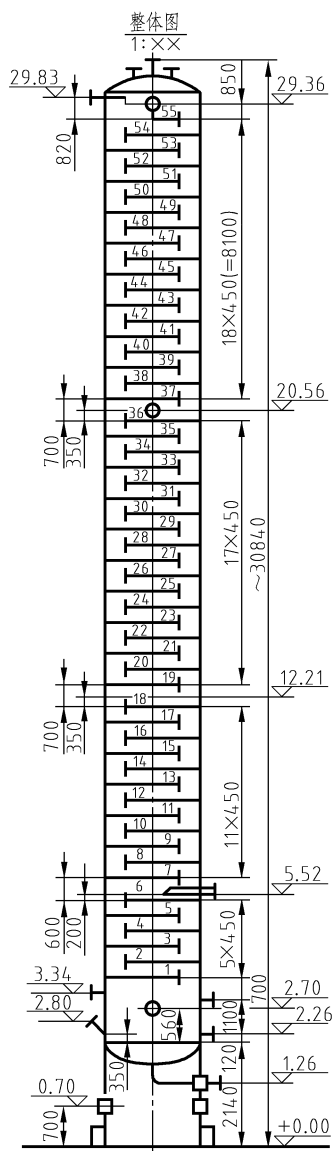


图 8-9　设备整体图

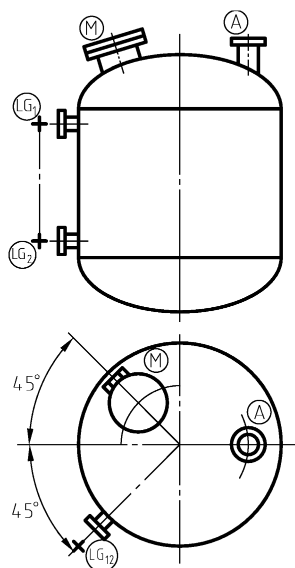


图 8-10　多次旋转的表达方法

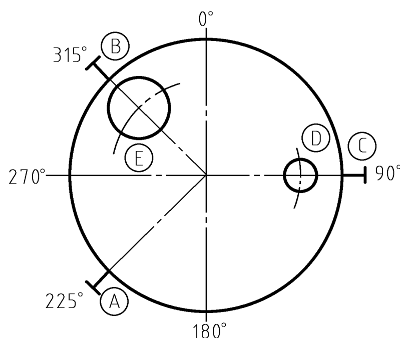


图 8-11　管口方位图

三、简化画法

在绘制化工设备图时，为减少一些不必要的绘图工作量，提高绘图效率，在既不影响视图正确、清晰地表达结构形状，又不致使读者产生误解的前提下，可大量采用各种简化画法。

1. 标准零部件的简化画法

一些标准化零部件已有标准图，它们在化工设备图中不必详细画出，可按比例用粗实线画出其外形简图，如图 8-12 所示，并在明细栏中注写其名称、规格和标准号。

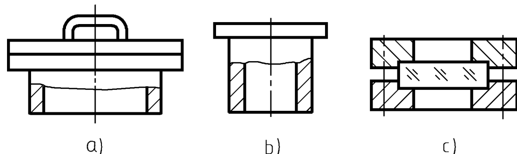


图 8-12　标准零部件的简化画法

a）人（手）孔　b）接管　c）视镜

2. 外购零部件的简化画法

外购零部件只需根据主要尺寸按比例用粗实线画出其外形轮廓简图，如图 8-13 所示，并在明细栏中注写其名称、规格、主要性能参数和“外购”字样。

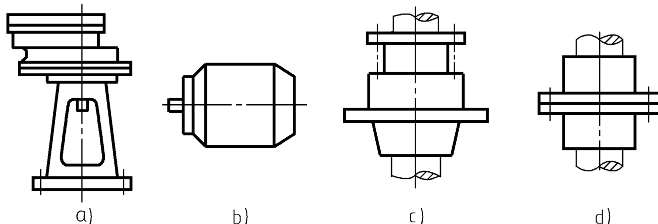


图 8-13　外购零部件的简化画法

a）减速器　b）电动机　c）填料箱　d）联轴器

3. 示意画法

对于已由零部件图、局部放大图表达清楚的零部件和标准化的零部件，或一些简单结构，可用粗实线画出其单线条的示意图。如图 8-14 所示的封头、筒体、折流板、拉杆、定距管、法兰、补强圈等都是用单线条示意表达的。

4. 液位计的简化画法

在化工设备中，液位计可用点画线示意表达，并用粗实线画出“+”符号表示其安装位置，但要求在明细栏中注明液位计的名称、规格、数量及标准号，如图 8-15 所示。

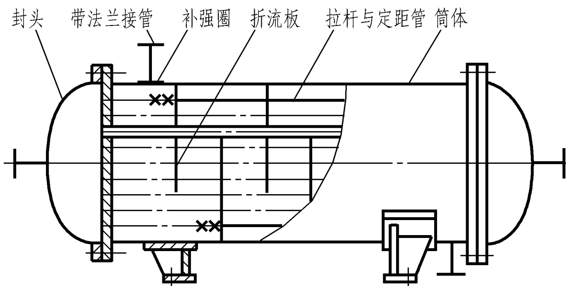


图 8-14　示意画法

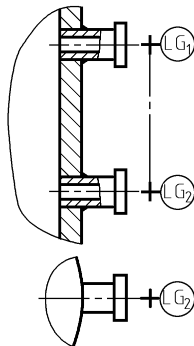


图 8-15　液位计的简化画法

5. 重复结构的简化画法

（1）螺纹连接件组　零件图中的螺栓孔（螺纹孔）可用中心线和轴线表示，可以省略圆孔的投影，如图 8-16a 所示；装配图中的螺栓（螺柱、螺钉）连接可用符号“+”和“×”（粗实线）表示；当数量较多且均匀分布时，可以只画出几个符号表示其分布方位，如图 8-16b 所示。但要求在明细栏中注明名称、材料、数量及标准号。

（2）管束　按一定规律排列的管束，可只画一根，其余的用点画线表示其安装位置，如图 8-4 中列管的画法。

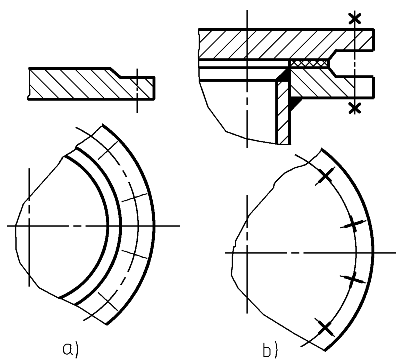


图 8-16　螺栓和螺栓联接的简化画法

a）零件图中的螺栓孔　b）装配图中的螺栓联接

（3）多孔板　按一定规律排列且孔径相同的孔板，如换热器中的孔板、折流板，塔器中的塔板等，可按图 8-17 所示的画法绘制。当孔径相同且按一定角度分布时，用细实线绘制交错网格表示各孔的中心位置，用粗实线表示钻孔范围，仅画数孔，但需注明孔径及数量，如图 8-17a 所示。当孔径相同且以同心圆的方式排列时，其简化画法如图 8-17b 所示。多孔板采用剖视表达时，可仅画出孔的中心线，省略孔的投影，如图 8-17c 所示。

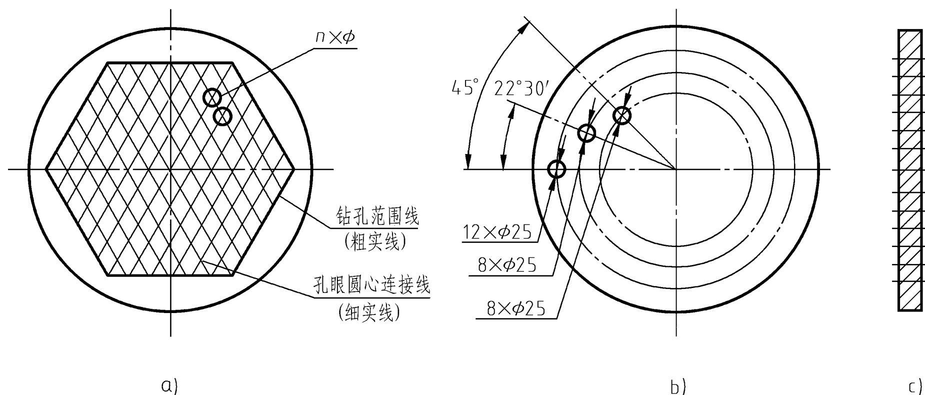


图 8-17　多孔板的简化画法

a）按角度排列　b）按同心圆排列　c）剖视画法

（4）填料　当塔设备中装有同种材料、同一规格和同一堆放方法的填料（如瓷环、玻璃环、塑料环、塑料球、波纹瓷盘等）时，在剖视图中可用相交的细实线表示，同时注写有关的尺寸和文字，说明填料的规格和堆放方法，如图 8-18a 所示。对装有不同规格或堆放方法不同的填料，必须分层表示，分别注明填料的规格和堆放方法，如图 8-18b 所示。

6. 管法兰的简化画法

在装配图中，不论管法兰的连接面是什么形式（平面、凹凸面、榫槽面），管法兰的画法均可简化，如图 8-19 所示，其连接面形式及焊接形式（平焊、对焊）需在明细栏和管口表中注明。

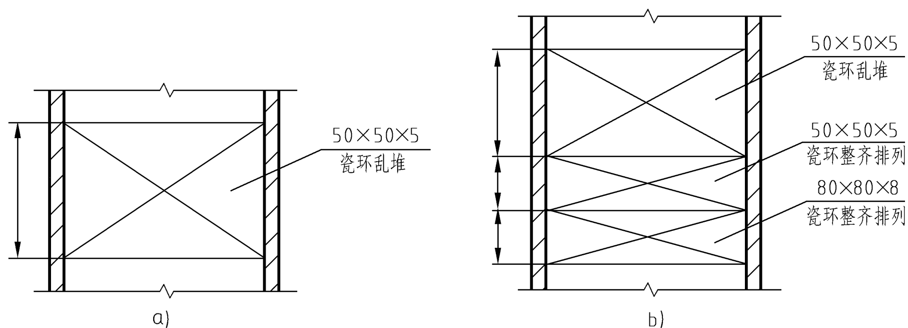


图 8-18　填料的简化画法

a）相同材料、规格、堆放方式　b）不同材料、规格、堆放方式

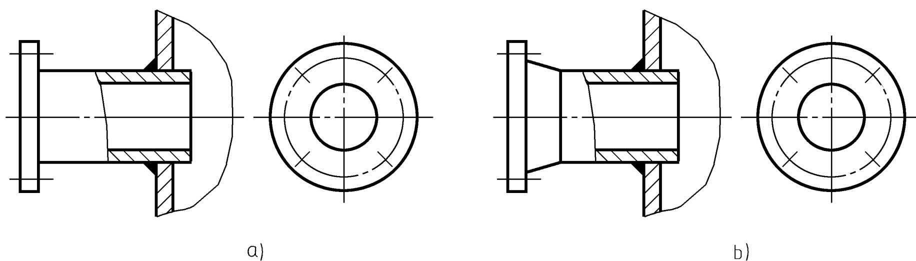


图 8-19　管法兰的简化画法

a）平焊法兰　b）对焊法兰

四、镀涂层、衬里剖面的画法

1. 薄镀涂层

喷镀耐腐蚀金属材料或塑料、涂漆、搪瓷等薄镀涂层的表达方法如图 8-20a 所示，仅在需镀涂层表面绘制与其平行、间距为 1~2mm 的粗点画线，并标注镀涂层内容。该镀涂层在图样中不编件号，详细要求可写入技术要求。

2. 薄衬里

衬金属薄板、衬橡胶板、衬聚氯乙烯薄膜等的表达方法如图 8-20b 所示。在所需衬板表面绘制与其平行、间距为 1~2mm 的细实线即可，一层或多层衬里均可如此表示。当衬里是多层且材料相同时，可只编一个件号，并在明细栏的备注栏内注明厚度和层数；当衬里是多层且材料不同时，应分别编号，并在明细栏的备注栏内注明衬里材料、厚度和层数，必要时可用局部放大图表示其层次结构。

3. 厚涂层

各种胶泥、混凝土等的厚涂层的表达方法如图 8-20c 所示。在所需涂层表面绘制与其平行、间距为涂层厚度的粗实线，其间填画涂层材料的剖面符号。该涂层应编件号，在明细栏中注明材料和涂层厚度。必要时可用局部放大图详细表达细部结构和尺寸，如增强接合力所需的钢丝、挂钉等。

4. 厚衬里

塑料板、耐火砖、辉绿岩板之类的厚衬里的表达方法如图 8-20d 所示。在所需衬板表面绘制与其平行、间距为涂层厚度的粗实线，其间填画涂层材料的剖面符号。一般需用局部放大图详细表达细部结构和尺寸，如图 8-20e 所示。放大图中一般灰缝以一条粗实线表示，特殊要求的灰缝用双粗实线表示，规格不同的砖、板应分别编号。

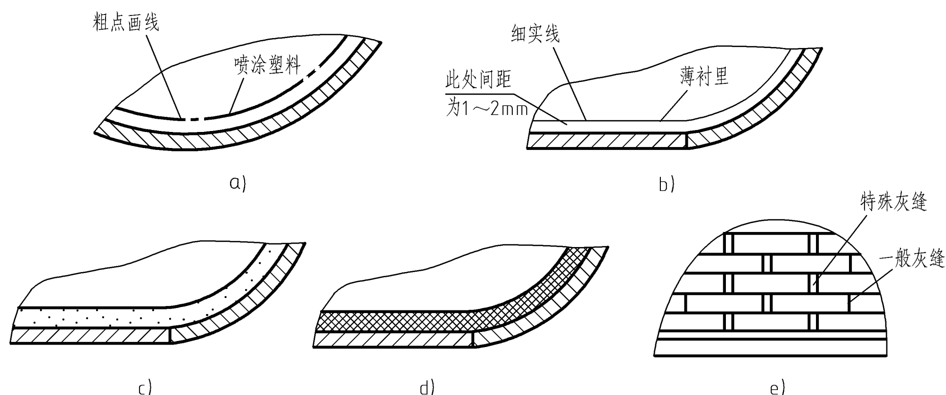


图 8-20　镀涂层及衬里剖面的画法

a）薄镀涂层画法　b）薄衬里画法　c）厚涂层画法　d）厚衬里画法　e）厚衬里详图

五、焊缝的画法

相关内容详见第六章焊接构件图。

第三节　化工设备图的尺寸标注

化工设备图的尺寸标注与一般机械装配图的标注基本相同。与一般机械装配图相比，化工设备图的尺寸数量稍多，有的尺寸较大，尺寸精度要求较低，允许注成封闭尺寸链（加注近似符号~）。在尺寸标注中，除应遵守 GB/T 4458.4—2003《机械制图　尺寸注法》的规定外，还要结合化工设备的特点，使尺寸标注做到正确、完整、清晰、合理，以满足化工设备制造、检验、安装的需要。

一、尺寸种类

化工设备图上一般需要标注以下几类尺寸，如图 8-21 所示。

1. 规格性能尺寸

规格性能尺寸是反映设备规格、性能、特征及生产能力的尺寸。这些尺寸是在设备设计时确定的，是了解设备工作能力的重要依据。如图 8-21 中的容积尺寸——内径 ϕ2600mm、筒体长度 4800mm，换热器传热面积尺寸——列管长度、直径等。

2. 装配尺寸

装配尺寸是反映零部件间的相对位置尺寸。它们是制造化工设备的重要依据。如图 8-21 中的接管定位尺寸，接管伸出长度尺寸，罐体与支座的定位尺寸，塔器的塔板间距，换热器

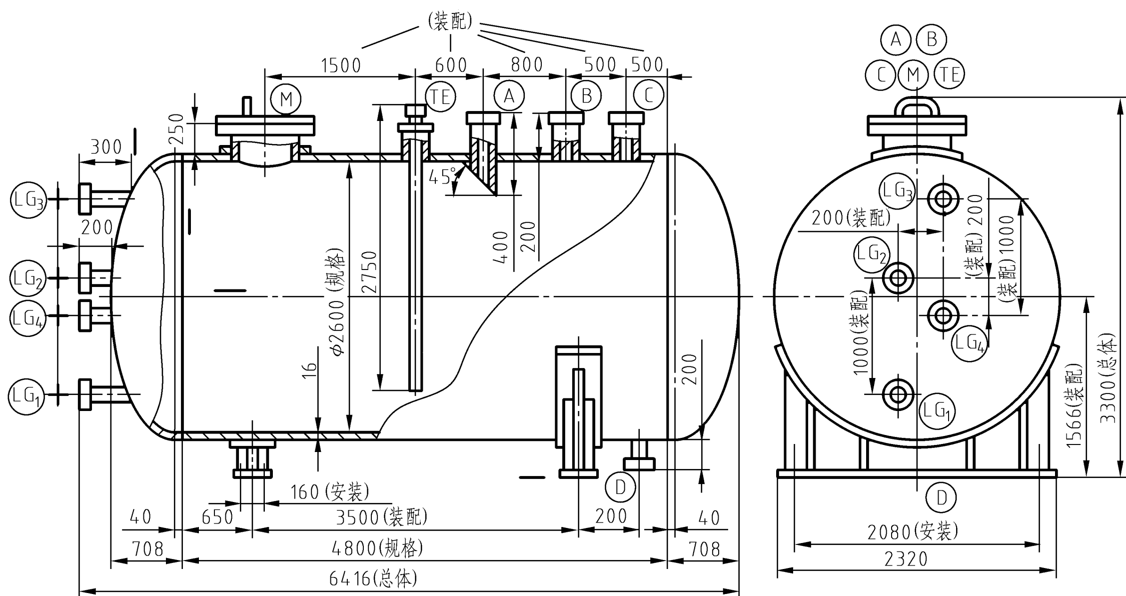


图 8-21 化工设备图的尺寸标注

的折流板、管板的定位尺寸等。

3. 外形尺寸

外形尺寸是指表示设备总长、总高、总宽（或外径）的尺寸。这类尺寸对于设备的包装、运输、安装及厂房设计等是十分必要的。如图 8-21 中容器的总长为 6416mm、总高为 3300mm、总宽为筒体外径等。

4. 安装尺寸

安装尺寸是指化工设备安装在基础上或其他设备及部件相连时所需的尺寸，如支座、裙座的地脚螺栓的孔径及孔间定位尺寸等。

5. 其他尺寸

1）零部件的规格尺寸，如接管尺寸应注写“外径×壁厚”，瓷环尺寸应注写“外径×高×壁厚”。

2）不另行绘制图样的零部件的结构尺寸或某些重要尺寸。

3）设计计算确定的尺寸，如主体厚度、搅拌轴直径等。

4）焊缝的结构形式尺寸，一些重要焊缝在其局部放大图中，应标注横截面的形状尺寸。

二、尺寸基准

化工设备图中的尺寸标注，既要保证设备在制造安装时达到设计要求，又要便于测量和检验，因此应正确地选择尺寸基准。如图 8-22 所示，化工设备图的尺寸基准一般为：

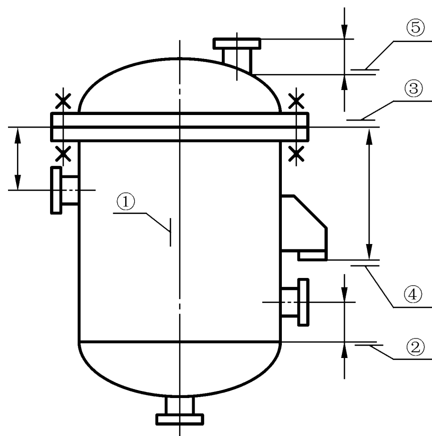


图 8-22 化工设备的尺寸基准

① 设备筒体和封头的轴线。
② 设备筒体和封头的环焊缝。
③ 设备法兰的连接面。
④ 设备支座、裙座的底面。
⑤ 接管轴线与设备表面交点。

三、典型结构的尺寸标注

（1）筒体的尺寸标注　对于钢板卷焊成的筒体，一般标注内径、厚度和高（长）度；而对于使用无缝钢管的筒体，一般标注外径、厚度和高（长）度。

（2）封头的尺寸标注　椭圆封头、蝶形封头应标注内径 DN、厚度 δ、总高 H、直边高度 h（图 8-23a、b），大端折边锥形封头（图 8-23c）应标注锥壳大端直径 DN、厚度 δ、总高 H、直边高度 h、锥壳小端直径 D_{is}，半球形封头（图 8-23d）应标注内径 DN、厚度 δ。

（3）接管　接管的尺寸一般标注“外径×壁厚”。

（4）填料　化工设备的填料一般只标注总体尺寸，并注明堆放方法和填料规格尺寸。如图 8-18 所示，“50×50×5”表示瓷环的“直径×直径×壁厚”。

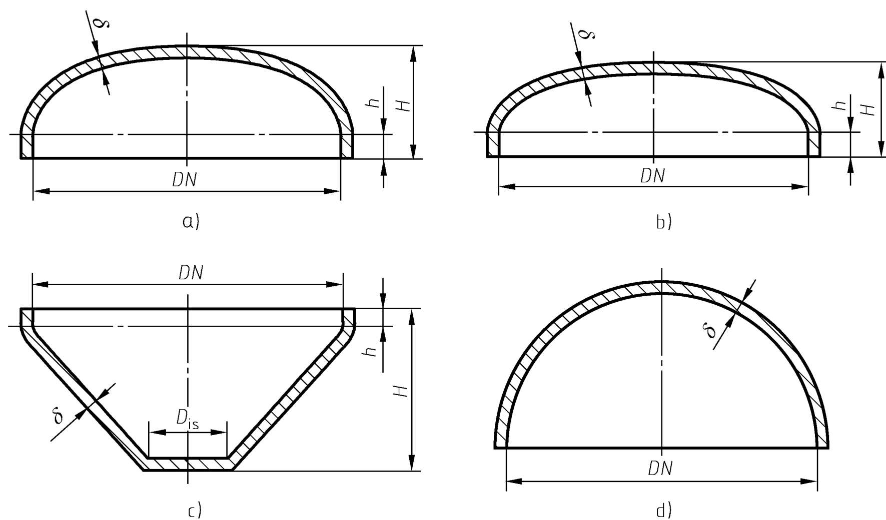


图 8-23　封头在化工设备图中的尺寸标注
a）椭圆封头　b）蝶形封头　c）锥形封头　d）半球形封头

第四节　化工设备图中的表格与技术要求

化工设备图中的表格与技术要求是图样中的重要部分，表格是区别于其他工程图样的特殊内容。

一、表格及其他内容

化工设备图（装配图、部件图等）中，除标题栏、明细栏外，还有管口表、技术特性

表、修改表等。这些表格分别在反映设备的技术特性、技术要求以及图样的管理规范上起着作用。此外，化工设备图中还有设备质量、图样目录等内容。

1. 标题栏

化工设备图标题栏有主标题栏、简单标题栏和标准图及通用图标题栏三种。

（1）主标题栏的格式及填写　一般情况下，每张图样的右下角都有主标题栏，用于说明设备的名称和设计等内容。GB/T 10609.1—2008《技术制图　标题栏》中规定了两种标题栏格式，但是根据化工项目的特点，现在多采用图 8-24 所示的格式和尺寸。主标题栏的边框用粗实线，其余用细实线。

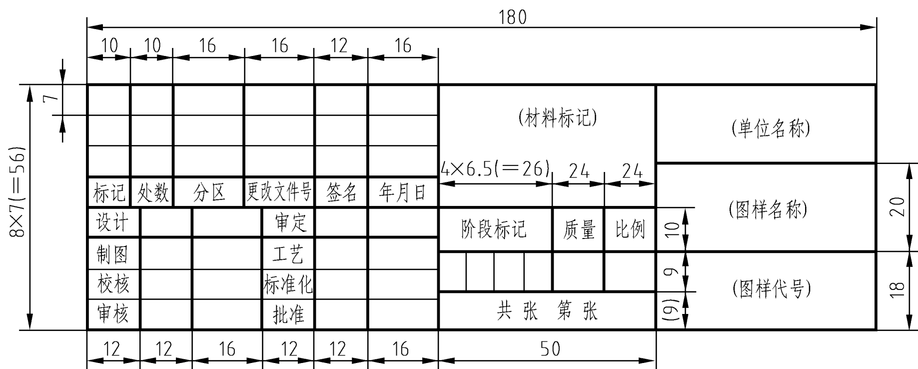


图 8-24　主标题栏的格式示例

主标题栏的填写要求如下：

1）图样名称。该栏一般分三行填写，第一行为设备名称，第二行为主要规格尺寸，第三行为图样或技术文件的名称，如图 8-25 所示。

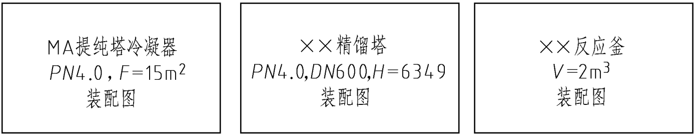


图 8-25　主标题栏图样名称填写示例

化工设备的名称通常以化工单元设备的名称作为基本名称，在基本名称前面冠以必要的设备特性或用途。如 MA 提纯塔冷凝器、氯乙烯精馏塔、氯乙烯聚合反应釜、盐酸储槽等。化工设备的规格数据，对于储槽、反应釜，一般注写设备的公称容积，如“$V=2\mathrm{m}^3$”；对于热交换器、蒸发器，一般注写设备的公称压力和换热面积，如“$PN4.0$，$F=15\mathrm{m}^2$”；对于塔设备，则应标注公称压力、公称直径和塔高，如“$PN4.0$，$DN600$，$H=6349$”。

2）图样代号（图号）。该栏推荐采用 5 号字，编写格式是“××-××××-××”。

第一部分“××”是设备的分类代号，将化工设备及其他机械设备和专用设备分为 0~9 共 10 类，常见的有三大类，每大类中分为 0~9 种不同规格，均有不同代号，见表 8-1~表 8-3。

第二部分“××××”是设计文件的顺序号，即本单位同类设备文件的顺序号。

第三部分“××”是图样的顺序号，可按“设备总图、装配图、部件图、零件图”的顺序排列。

表 8-1　1 类：容器（包括储罐、受槽、高位槽、计量槽、气瓶、液氨瓶）

代号	规　　格	代号	规　　格
10	压力<0.1MPa，$VN \leqslant 500m^3$	15	用不锈钢(复合钢板)制作的容器
11	压力<0.1MPa，$VN > 500m^3$	16	用有色金属(铜、铝、钛等)制作的容器
12	压力为 0.1~1.6MPa	17	带衬里的容器
13	1.6MPa<压力<10 MPa	18	非金属容器
14	铸铁、铸钢容器及加热浓缩锅	19	其他特殊容器(如水封)

表 8-2　2 类：换热设备

代号	规　　格	代号	规　　格
20	列管式换热器	25	用不锈钢(复合钢板)制作的热交换器
21	套管式、淋洒式、蛇管式、浸流式热交换器	26	用有色金属(铜、铝、钛)制作的热交换器
22	螺旋式、板式、翅片式或其他热交换器	27	带衬里的热交换器
23	废热锅炉或载热体锅炉	28	非金属热交换器
24	蒸发器(包括蒸汽缓冲器和蒸馏器)	29	其他(如大气冷凝器、热加热器)

表 8-3　3 类：塔设备

代号	规　　格	代号	规　　格
30	泡罩塔、浮阀塔	35	用不锈钢(复合钢板)制作的塔
31	填充塔、乳化塔	36	用有色金属(铜、铝、钛)制作的塔
32	筛板、泡沫和膜式塔	37	带衬里的塔
33	空塔	38	非金属塔
34	铸铁(钢)塔	39	其他(如排气筒等)

（2）简单标题栏的格式及填写　简单标题栏主要用在部件图或零件图中，说明图样的名称、比例、图号等内容。其格式及尺寸如图 8-26 所示。简单标题栏边框为粗实线，其余为细实线。

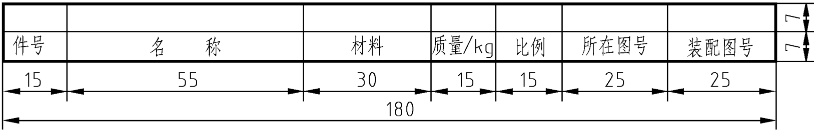


图 8-26　简单标题栏的格式及尺寸

简单标题栏的填写应注意以下几点：

1）“件号”“名称”“材料”“质量”各栏的填写均应与装配图的明细栏中相应零件或部件内容一致。

2）“比例”栏中填写绘图比例。当不按比例绘制零件图时，在比例栏中画斜线表示。

（3）标准图及通用图标题栏　标准图及通用图标题栏专用于标准图及通用图，其格式如图 8-27 所示。

其中代号标记不得大于 28mm×14mm。通用图的标题栏格式及填写与标准图大致相同，只是将标题栏中“标准图”改为“通用图”。

2. 明细栏

明细栏用于装配图或部件图，用于说明设备上所有零部件的名称、材料、数量、质量等

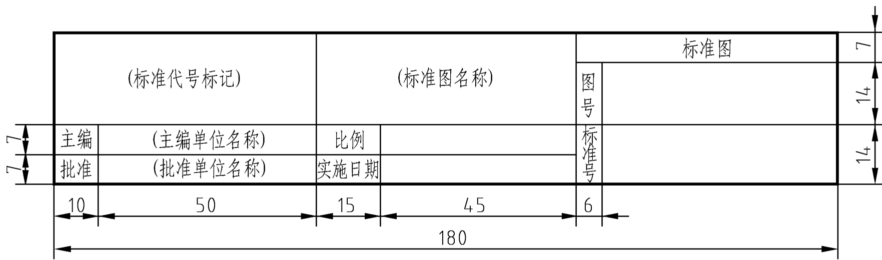


图 8-27 标准图及通用图标题栏的格式及尺寸

内容，它是工程技术人员看图及进行图样管理的重要依据。明细栏的格式及尺寸如图 8-28 所示，明细栏的左、右、下边框为粗实线，其余为细实线。明细栏位于标题栏上方。

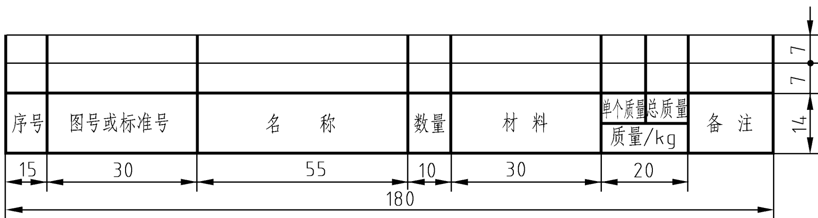


图 8-28 明细栏的格式及尺寸

明细栏的各栏填写要求如下：

（1）序号栏　本栏填写图示设备各零部件的顺序号。表中的件号应与图中件号完全一致，且应由下至上按序填写。

（2）图号或标准号栏　栏内填写零部件所在图样的图号。对于不绘制图样的零件，此栏不填。若零部件为标准件，则应填写标准号；若材料不同于标准零部件，则此栏不应填写。若有通用图，则应填写通用图号。

（3）名称栏　本栏填写零部件或外购件名称。名称应简单明了，采用公用术语且附之以主要规格。对于标准零部件，应按标准规定标示方法填写，如“封头 *DN*1000×10”“人孔 *DN*450”“法兰 *S*800-1.6”等。对于不绘制零件图的零件，在名称后面附注规格及实际尺寸，如“筒体 *DN*1000×10，*H*＝2000”“接管 ϕ57×3.5，*L*＝160”“垫片 ϕ1140/ϕ1030，$\delta=3$”等。对于外购零部件，则应按有关部门的规定名称填写。

（4）数量栏　栏内填写装配图、部件图中所属零件、部件及外购件的件数。对于大量使用的填料、胶合剂、木材，标准的耐火砖、耐酸砖以及特殊砖等材料，以 m^3 为单位。对于大面积的衬里（如铝板、辉绿岩板、橡胶板、石棉板等）、金属网，以 m^2 为单位。

（5）材料栏　栏内应填写材料名称或代号。材料名称或代号必须按国家标准或行业标准注写；无标准规定的材料，则应按工程习惯注写相应的名称；由国外企业或国内企业生产的有系列标准的定型材料，应同时注写材料名称和相应的材料代号，并在备注栏内进行附加说明；若该件号的部件由不同材料的零件构成，本栏可填写组合件；若为外购件，则可画一短细斜线表示。

（6）质量栏　本栏填写零部件的质量，以 kg 为单位。一般零部件准确至小数点后两位，贵重金属可适当增加位数；对于非贵重金属且质量较小、数量少的零件也可以不填而画

一短细斜线表示。

（7）备注栏　本栏仅对需要说明的零部件附加简单说明，如填写“外购”等字样。

3. **技术特性表**

技术特性表是表明设备的重要技术特性和设计依据的一览表，一般安排在管口表的上方。技术特性表的边框为粗实线，其余为细实线。技术特性表的格式分为两种，如图 8-29 所示。

图 8-29a 所示的技术特性表包括设备的设计压力、工作压力（单位为 MPa）（指表压，如果是绝对压力，则应注明“绝对”两字）、工作温度、设计温度（单位为℃）、焊接接头系数、腐蚀裕度（单位为 mm）及压力容器类别等内容，可用于一般化工设备。

图 8-29b 所示的技术特性表主要用于带换热管的设备（如管式换热器）。对于不同类型的设备还应增加以下相应内容：

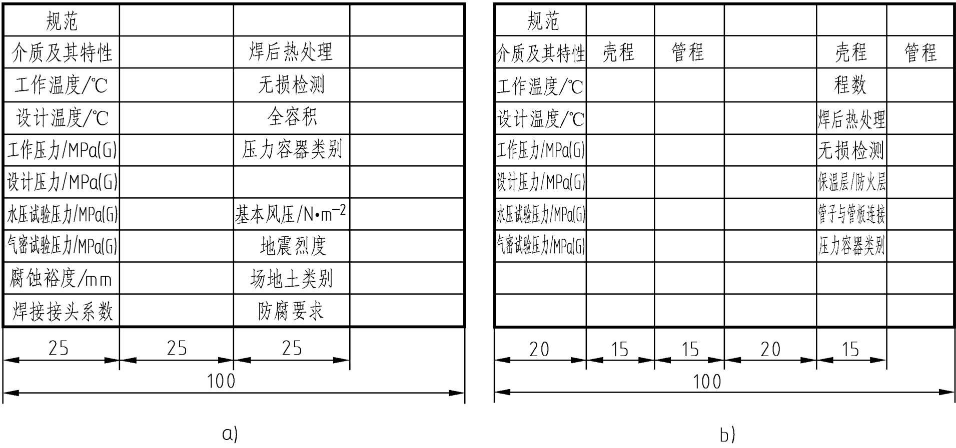
1）容器类。增填全容积（单位为 m^3），必要时增填工作容积，对于具有夹套或蛇形管的容器，可参照换热器类。

2）反应器类（带搅拌装置）。增填全容积，必要时增填工作容积，还需增填搅拌转速（单位为 r/min）、单机功率（单位为 kW）等。

3）换热器类。增填换热面积，换热面积 F 以换热管外径为基准计算。技术特性的内容应分别按管程和壳程填写。

4）塔器类。应增填地震烈度（单位为级）、设计风压值（单位为 N/m^2）。有的专用塔器应增填填料体积、填料比面积、气量、淋涂量等内容。

对于专用化工设备所接触的物料，如具有有毒、易燃、易爆、腐蚀性强等特性，则应详细填写。



a)

规范			
介质及其特性		焊后热处理	
工作温度/℃		无损检测	
设计温度/℃		全容积	
工作压力/MPa(G)		压力容器类别	
设计压力/MPa(G)			
水压试验压力/MPa(G)		基本风压/N•m⁻²	
气密试验压力/MPa(G)		地震烈度	
腐蚀裕度/mm		场地土类别	
焊接接头系数		防腐要求	

b)

规范					
介质及其特性	壳程	管程		壳程	管程
工作温度/℃				程数	
设计温度/℃				焊后热处理	
工作压力/MPa(G)				无损检测	
设计压力/MPa(G)				保温层/防火层	
水压试验压力/MPa(G)				管子与管板连接	
气密试验压力/MPa(G)				压力容器类别	

图 8-29　技术特性表的格式及尺寸

4. **管口表**

管口表是用于说明设备上所有管口的用途、规格、连接面形式等内容的一种表格，供备料、制造、检验、使用时参考。在化工设备图中，管口表一般画在明细栏的上方。管口表的边框线为粗实线，其余为细实线。它的格式及尺寸如图 8-30 所示。

管口表内项目的填写应注意以下几点：

1）管口表中的“符号”应与视图中管口的符号一致，按 A、B、C……排序，从上至下

填写。当管口规格、连接标准、用途均相同时，可合并为一项填写，如 $B_{1\sim2}$、$F_{1\sim3}$。

2）“公称尺寸”和“公称压力”栏中应填写管口公称直径（单位为 mm）和公称压力（单位为 MPa）。

对于带衬里的管口，其公称直径按实际内容填写；对于带薄衬里的钢接管，按钢管的公称直径填写；对于无公称直径的管口，按实形尺寸填写。例如，矩形孔填写“长×宽”，椭圆形孔填写“长轴×短轴”，螺纹连接管口填写 M24、G1 等螺纹代号。

符号	公称尺寸	公称压力	连接标准	连接面形式	用途或名称

（列宽：10、15、15、20、15，总宽 100；行高：表头 12，其余各行 7）

图 8-30 管口表的格式及尺寸

3）“连接标准”栏中应填写对外连接管口（包括法兰）的标准号。

4）“连接面形式”栏填写法兰的密封面形式。如平面、凹面、槽面等；螺纹连接填写内螺纹；不对外连接的管口，如人（手）孔、检查孔等，不填写此项，应用细斜线表示。

5）“用途或名称”栏应填写标准名称、习惯用名或简明的用途术语，如进料口、液面计口、人孔等。对于标准图或通用图的对外连接口，此栏中应用细斜线表示。

5. 修改表

化工图样的修改要求比较严格，对视图和文字的修改均有相应的规定。

1）修改版次符号用阿拉伯数字 1、2、3…表示，分别代表第一次、第二次、第三次…修改；“修改标记”为修改版次符号加正三角形表示，三角形为细实线。

2）同一次修改的若干部位，均采用同一修改标记。

3）修改时，首先将需要修改的尺寸、文字、图形用细实线划掉，必须注意被划掉部分仍可清晰地看出修改前的情况；然后在紧靠被修改部分的空白处注明修改后的尺寸、文字、图形；最后靠近修改部位应标注“修改标记”，并用细实线指向被修改部分，如图 8-31 所示。

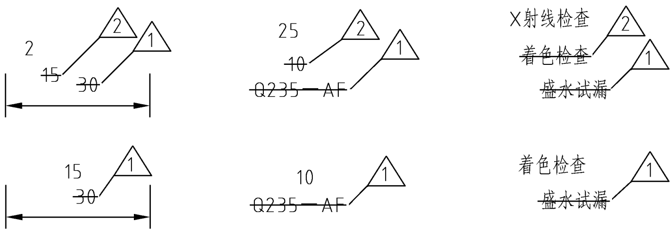


图 8-31 修改标记

对化工图样的修改除了要按上述规定在图样中标示外，还应将所有修改记录填入标题栏中的更改区内。

修改表的“标记”栏中应填写修改标记次数符号。如果由于修改而取消图中某件号，图中和明细栏中的件号顺序允许空号。对于修改某一部位引起其他部位的修改，以及引起明细栏和标题栏中质量等内容的修改，均不注修改符号。

6. 设备的净质量

设备的净质量注写在明细栏上方。一般情况下设备的净质量取整数，且 100kg 以上的设备的末位数采用 1~4 进到 5，6~9 进到 10 的方法注写；对于贵重金属，应如实注写；对于

标准零部件的质量，应准确到小数点后 2 位数。

若设备中含有特殊或贵重金属材料，如不锈钢、填料等，则应依次列出，如：

设备净质量：××××kg

其中：不锈钢××kg，瓷环××m^3

7. 图样目录

图样目录主要供生产管理和施工、制造时使用，它是每种设备向外发送的设计文件清单。

图样目录的编写原则如下：

1）当图样目录序号少于 10 项时，图样目录可列入图样，其位置在主标题栏的左方。若左边有明细栏（续），则注在明细栏（续）的上方。若图样目录序号大于 10，则应单独编写图样目录，形成独立的技术文件。

2）图样目录按图号的顺序编写，包括管口方位图、焊接图等。

3）国家标准、行业标准规定的零部件及外购件图样不列入图样目录。

4）通用图应列入图样目录。

5）技术文件以一个技术文件组成为单位列入图样目录。其排列顺序为技术条件（单独编写时）、说明书、计算书等。

6）工程中统一发送的通用技术文件或通用图，应注明“统一发送”字样。

例如：一氧化碳变换炉（*DN*3000mm，*H*=17420mm）图样中的图样目录如下：

① 装配图　55-0041-1　1 张

② 衬里部件图　55-0041-2　1 张

③ 零部件图　55-0041-3　1 张

④ 零件图　55-0041-4-6　3 张

⑤ 卸料孔 *PN*25，*DN*500　04-091　1 套　统一发送

⑥ 轻质耐热隔热混凝土衬里技术条件　01-0037　1 套　统一发送

⑦ 管口方位图　图号见选用表

8. “注”

“注”常写在技术要求的下方，用来补充说明技术要求范围以外，但又必须做出说明的一些问题。

二、技术要求

技术要求是用文字说明在图中无法（或没有）表达出来的内容，包括设备在制造、试验和验收时应遵守的标准、规范或规定，以及对于材料、表面处理及涂饰、润滑、包装、运输等方面的要求，作为制造、装配、验收等方面的技术依据。化工设备图的技术要求内容较多，且较严格。

化工设备图中技术要求的基本内容如下：

1. 通用技术条件规范

通用技术条件是指同类化工设备在加工、制造、焊接、装配、检验、包装、防腐、运输等方面较详尽的技术规范，已形成标准，在技术要求中直接引用。常用的有 HG/T 20581—2011《钢制化工容器材料选用规定》、HG/T 20584—2011《钢制化工容器制造技术要求》、

GB 150.1 ~ 150.4—2010《压力容器（合订本）》、GB 151—2014《热交换器》、GB/T 11345—2013《焊缝无损检测　超声检测　技术、检测等级和评定》、GB/T 3323—2005《金属熔化焊焊接接头射线照相》、GB/T 985.1—2008《气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口》、GB/T 985.2—2008《埋弧焊的推荐坡口》、JB/T 4711—2003《压力容器涂敷与运输包装》。

在书写技术要求时，只需注写“本设备按××××（具体写标准名称及代号）制造、试验和验收”即可，如图 8-4 中技术要求的第 1 条。

2. 焊接要求

焊接工艺在化工设备制造中应用广泛，在技术要求中一般要对焊接接头形式、焊接方法、焊条、焊剂等提出要求。通常遵守 HG/T 20581—2011、HG/T 20583—2011、GB/T 324—2008 等规范。

3. 设备的检验

一般对主体设备要进行水压和气密性试验，对焊缝进行射线、超声波、磁粉无损检测等，这些项目都有相应的试验规范和技术指标。通常遵守的标准是 GB/T 11345—2013、GB/T 3323—2005。

4. 其他要求

包括设备在机械加工和装配方面的规定和要求；设备在涂装、防腐、保温（冷）、运输和包装等方面的要求，可遵循 JB/T 4711—2003 的规定。

第五节　化工设备图的绘制与阅读

化工设备图的绘制与阅读是化工专业技术人员对化工设备进行设计表达和阅读设计内容的两个技术过程，它与其他工程图样的绘制与阅读有许多相似之处，但又具有其特殊的内容与要求。

一、化工设备图的绘制

化工设备图的绘制有两种方法：一是对已有设备进行测绘，这种方法主要应用于仿制已有设备或对现有设备进行革新改造；二是依据化工工艺人员提供的设备设计条件单进行设计和绘图。前一种与机械制图基本相同，这里介绍用第二种方法绘制化工设备图的步骤及有关要求。

完成化工设备图的绘制一般包括三个方面的工作：设备设计、视图选择、设备图绘制。

1. 设备设计

设备设计人员要根据设备设计条件单进行强度计算和零部件选型等工作，为绘制设备图做好准备。设备设计条件单是进行化工设备设计的主要依据，应包括以下内容：

1）设备简图。设备简图是指用单线条绘成的简图，用来表示工艺设计所要求的设备结构形式、尺寸、管口及初步方位等。

2）技术特性指标。技术特性指标是指列表给出的工艺要求，如工作压力和温度，介质的名称、容积、材质，搅拌器的形式、功率、转速，设备的传热面积及安装、保温等要求。

3）管口表。管口表用于列表注明各管口符号、用途、公称尺寸和连接面形式等。

设备设计条件单目前尚无统一规定的格式，不同种类的设备有不同的条件单，图 8-32 所

条件内容修改						
修改标记	修改内容	签字	日期			
简图与说明					比例	

参考图					
设计参数及要求					
		容器内			容器内
操作物料	名称	丙酮		腐(磨)蚀速率	0.20mm/年
	组分			设计寿命	10年
	密度			壳体材料	Q235A
	特性			内件材料	
	粘度			衬里防腐材料	
工作压力/MPa		常压		安装检修要求	人孔
设计压力/MPa		常压		场地类	工类
安全阀	位置/形式			密封要求	安装完毕,盛水试漏
	规格/数量			操作方式及要求	
	开启(爆破)			静电接地	支座处
	压力/MPa			其他要求	
工作温度/℃		60			
设计温度/℃		65			
环境温度/℃					
壁温/℃		60			
全容积/m^3		7.3			
操作容积/m^3		6			

管口表

符号	公称尺寸/mm	公称压力/MPa	连接面形式	用途	符号	公称尺寸/mm	公称压力/MPa	连接面形式	用途
A	40	1.6	凸面	进料口	M	450	1.6	凸面	人孔
B	20	1.6	凸面	放空口					
C	80	1.6	凸面	出料口					
D	100	1.6	凸面	放净口					
LG_{1-2}	20		凸面	液位计口					
LT_{1-2}	40	1.6	凸面	自控液位计口					

	设计	校核	审核	日期	位号/台数	工程名称	
工艺						设备项目	
管道						设计阶段	施工图
电控							
					设备图号		

图 8-32 某化工厂丙酮储罐的设备设计条件单

示为一张丙酮储罐的设备设计条件单，仅供参考。

2. 视图选择

在着手绘制化工设备图之前，首先应确定其视图表达方案，包括选择主视图，确定视图数量和表达方法。在选择视图表达方案时，应考虑到化工设备的结构特点和图示特点。

（1）选择主视图　拟订表达方案时首先应确定主视图。一般情况下，主视图应按设备的工作位置选择，并使其充分表达设备的工作原理、主要装配关系及主要零部件的结构形状。主视图一般采用全剖视图，以表达设备上各零部件的装配关系。

图 8-33 所示的储罐主视图，按照化工设备的图示特点，选择主体轴线水平放置，采用全剖视图将筒体与封头、设备主体与各接管的装配关系及设备厚度等情况表达清楚。

（2）确定其他基本视图　在主视图确定以后，应根据设备的结构特点，选定其他基本视图，以补充表达设备的主要装配关系、形状和结构。

如图 8-33 所示，储罐设备图除主视图外，选用了左视图以表达设备上各接管的周向方位，设备左端四个液位计接口的位置，支座的安装及支座的左视外部形状结构，弥补了主视图上对这些部分表达的不足。

（3）选择辅助视图和其他表达方法　根据化工设备的结构特点，多采用局部放大图、局部视图、剖视图及断面图等表达方法来弥补基本视图表达的不足，将设备各部分的结构形状表达清楚。

如图 8-33 所示，储罐采用三个局部放大图来表达几种焊缝结构，用一个局部放大图和一个向视图（*C* 向）表达接管拉筋结构，支座安装孔的形状、位置则采用两个向视图（*A* 向、*B* 向）来表达。

3. 设备图的绘制方法和步骤

（1）确定绘图比例、选择图幅、布置图面　按照设备的总体尺寸确定绘图比例。绘图比例应符合 GB/T 14690—1993《技术制图　比例》的规定。

图幅的选用应按 GB/T 14689—2008《技术制图　图纸幅面和格式》的规定。具体内容详见本章第一节。

图面布置除中部留有视图位置外，右下角从主标题栏开始，上方依次为明细栏、管口表、技术特性表和技术要求的位置。注意卧式设备图幅多采用横放，而立式设备采用竖放，如图 8-34 所示。

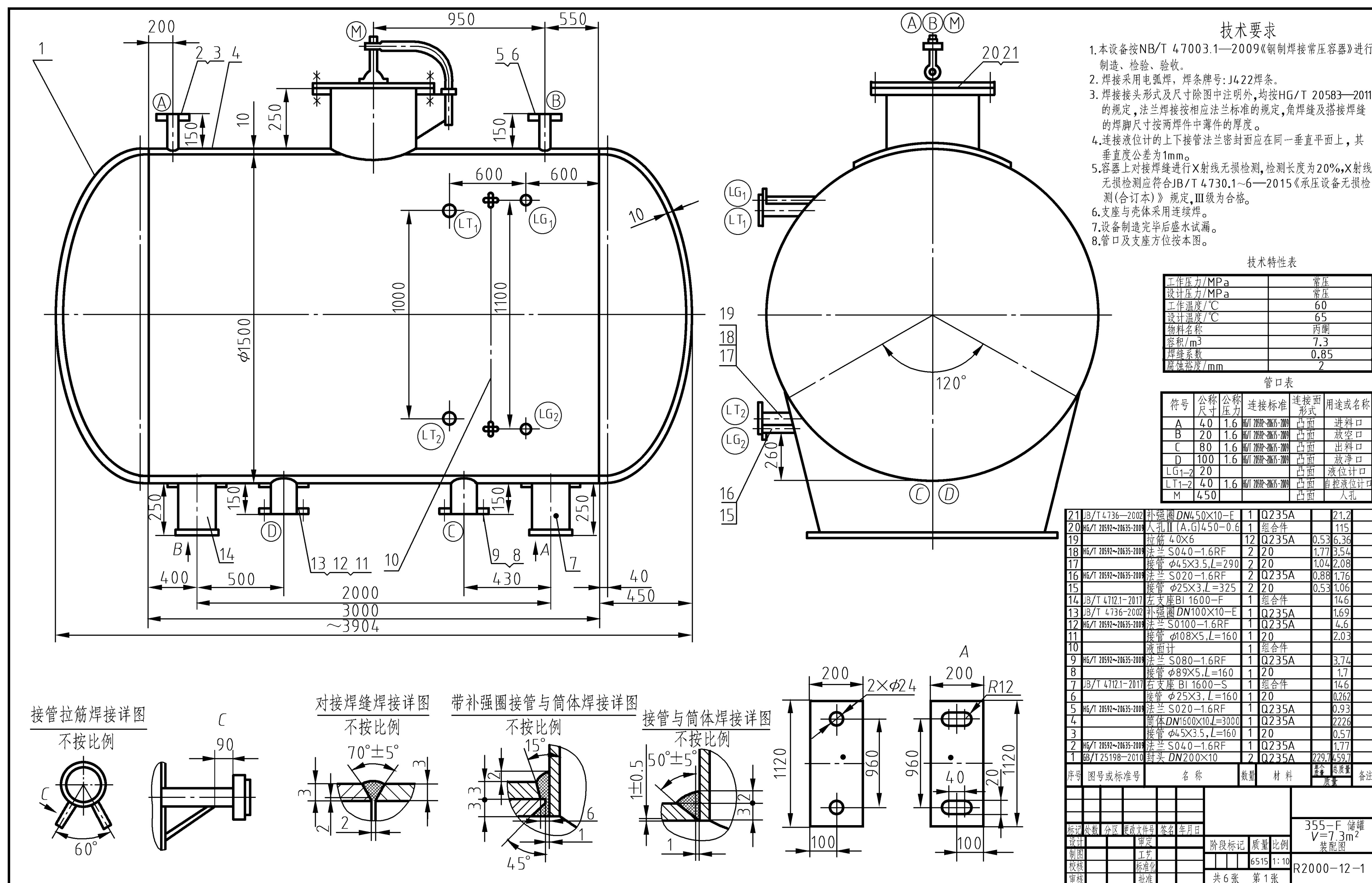
（2）画图　根据选定的视图表达方案，先画主要基准线。例如图 8-33，要先画主视图中筒体与封头的中心线及左视图的中心线。

绘图应先从主视图画起，左（俯）视图配合一起画。一般是沿着装配干线，先定位，后画形状；先画主体零件，后画其他零部件；先画外件，后画内件。基本视图完成后，再画局部放大图等辅助视图。

如图 8-33 所示的储罐就是先画筒体（件 4），接着按椭圆形封头（件 1）、支座（件 7、14）、人孔、各接管的顺序将各零部件在两视图上画好；然后绘制四个局部放大图和三个向视图；再在有关视图上画好剖面符号、焊缝符号等。

各视图画好后，应按设备设计条件单认真校核。

（3）标注尺寸和焊缝代号　除了视图之外，还应在图样上标注尺寸和焊缝代号。其具体方法和要求见本章第一节和第六章的内容。



技术特性表

工作压力/MPa	常压
设计压力/MPa	常压
工作温度/℃	60
设计温度/℃	65
物料名称	丙酮
容积/m^3	7.3
焊缝系数	0.85
腐蚀裕度/mm	2

管口表

符号	公称尺寸	公称压力	连接标准	连接面形式	用途或名称
A	40	1.6	HG/T 20592~20635-2009	凸面	进料口
B	20	1.6	HG/T 20592~20635-2009	凸面	放空口
C	80	1.6	HG/T 20592~20635-2009	凸面	出料口
D	100	1.6	HG/T 20592~20635-2009	凸面	放净口
LG_{1-2}	20			凸面	液位计口
LT_{1-2}	40	1.6	HG/T 20592~20635-2009	凸面	自控液位计口
M	450			凸面	人孔

序号	图号或标准号	名称	数量	材料	单个质量	总质量	备注
21	JB/T 4736—2002	补强圈 *DN*450×10-E	1	Q235A		21.2	
20	HG/T 20592~20635-2009	人孔Ⅱ(A,G)450-0.6	1	组合件		115	
19		拉筋 40×6	12	Q235A	0.53	6.36	
18	HG/T 20592~20635-2009	法兰 S040-1.6RF	2	20	1.77	3.54	
17		接管 φ45×3.5,*L*=290	2	20	1.04	2.08	
16	HG/T 20592~20635-2009	法兰 S020-1.6RF	2	Q235A	0.88	1.76	
15		接管 φ25×3,*L*=325	2	20	0.53	1.06	
14	JB/T 4712.1-2017	左支座BI 1600-F	1	组合件		146	
13	JB/T 4736-2002	补强圈 *DN*100×10-E	1	Q235A		1.69	
12	HG/T 20592~20635-2009	法兰 S0100-1.6RF	1	Q235A		4.6	
11		接管 φ108×5,*L*=160	1	20		2.03	
10		液面计	1	组合件			
9	HG/T 20592~20635-2009	法兰 S080-1.6RF	1	Q235A		3.74	
8		接管 φ89×5,*L*=160	1	20		1.7	
7	JB/T 4712.1-2017	右支座 BI 1600-S	1	组合件		146	
6		接管 φ25×3,*L*=160	1	20		0.262	
5	HG/T 20592~20635-2009	法兰 S020-1.6RF	1	Q235A		0.93	
4		筒体*DN*1600×10,*L*=3000	1	Q235A		2226	
3		接管 φ45×3.5,*L*=160	1	20		0.57	
2	HG/T 20592~20635-2009	法兰 S040-1.6RF	1	Q235A		1.77	
1	GB/T 25198—2010	封头 *DN*200×10	2	Q235A	229.7	459.7	

阶段标记	质量	比例
	6515	1:10

图 8-33　丙酮储罐设备图

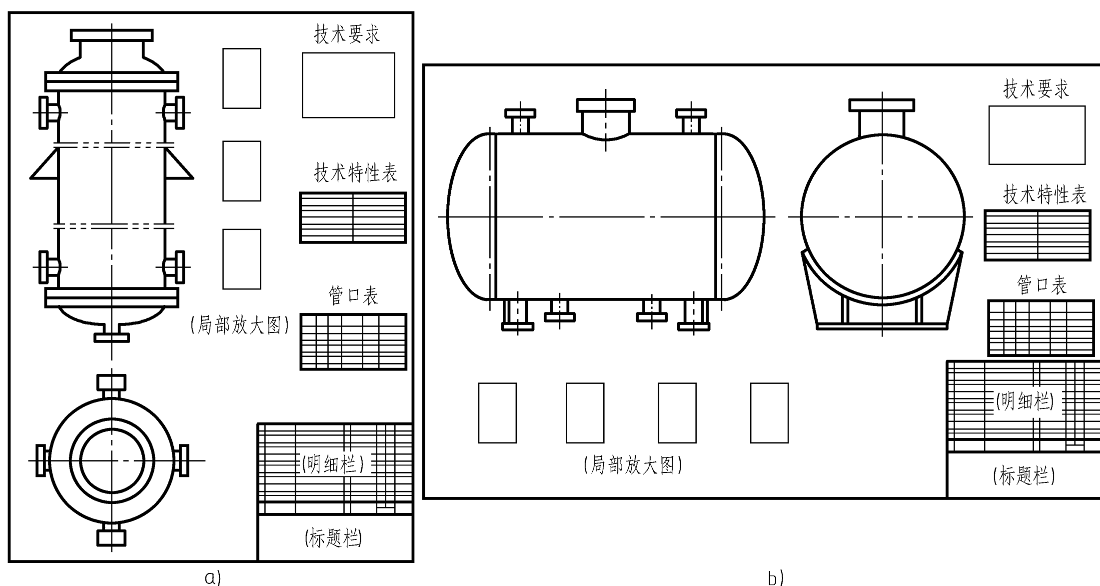


图 8-34　化工设备图的图面布置

a）立式化工设备的图面布置　b）卧式化工设备的图面布置

（4）编写零部件序号和管口符号　设备图中零部件和各种接管较多，必须编写序号和符号，以利于阅读。

1）编写零部件序号。组成设备的所有零件、部件和外购件，无论有图或无图均需编写独立的件号，不可空缺。相同零件编同一件号，部件编为同一件号，组合件编为一个件号。在装配图中将直接组成设备的部件、直属零件和外购件按 1、2、3 …的顺序表示，如图 8-33 所示；在部件图中组成该部件的零件或二级部件的件号由两部分组成，如图 8-35a 所示；组



图 8-35　件号编写方法

a）部件中的零件或二级部件件号的编写方法　b）二级部件中零件件号的编写方法

成二级部件的零件的件号由二级部件的件号及零件顺序号组成，如图 8-35b 所示。

件号标注由数字、件号线、引线三部分组成。件号线、引线均为细实线。件号应尽量编排在主视图上，由左下方开始，按件号顺序沿顺时针方向整齐地沿垂直和水平方向排列，可布满四周，但应尽量编排在图形的左方和下方，并安排在外形尺寸的内侧。若有遗漏或增补的件号，则应在外圈编排补足，如图 8-36所示。

2）编写管口符号。设备上的管口一律用大写拉丁字母编写管口符号。一些常用的管口符号见表 8-4。

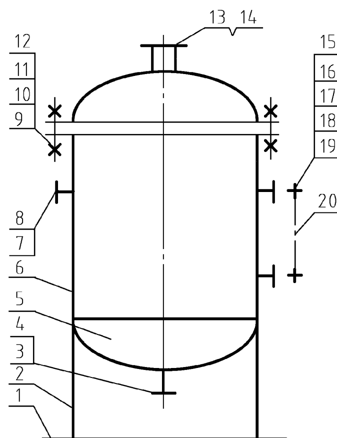


图 8-36　件号的标注方法

表 8-4　管口符号推荐表

管口名称或用途	管口符号	管口名称或用途	管口符号
手孔	H	压力计口	PI
液位计口(现场)	LG	压力变送器口	PT
液位计开关口	LS	温度计口	TE
液位变送器口	LT	温度计口(现场)	TI
在线分析口	QE	裙座排气口	VS
安全阀接口	SV	裙座入口	VV
人孔	M		

规格、用途及连接面形式完全相同的管口编成相同编号，但需在符号的右下角加注阿拉伯数字，以示区别，如 A_1、TI_1、LG_2……管口符号的形式如图 8-37 所示，细线圆圈的直径为 8mm。



图 8-37　管口符号

在图中标注管口符号时，由主视图左下方起，以字母顺序（表 8-4 中推荐符号除外）按顺时针方向沿垂直和水平方向依次标注。管口符号要注写在管口附近或管口中心线上，如图 8-38 所示。同一接管在主、左（俯）视图上应重复注写，如图 8-32所示。

（5）填写明细栏和管口表　明细栏中的件号及管口表中的管口符号应与图中零部件序号和管口符号一致，其具体标注方法和要求详见本章第四节。

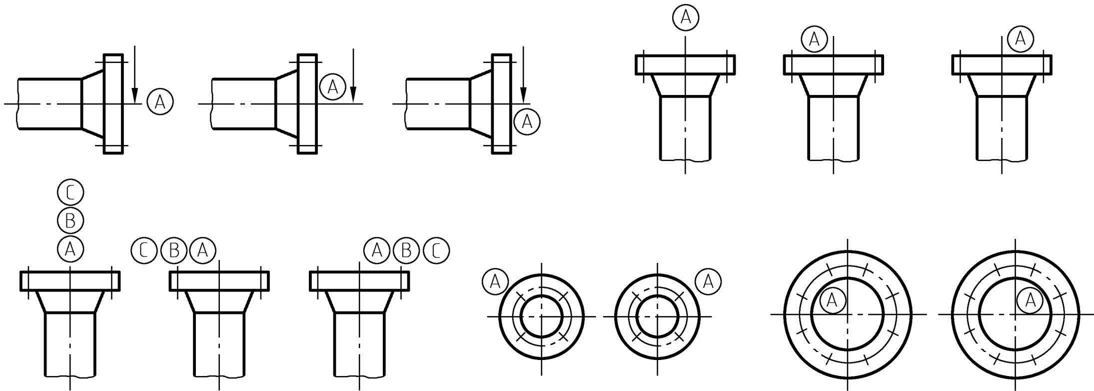


图 8-38　管口符号的标注示例

（6）填写技术特性表、编写技术要求、填写标题栏　其具体内容详见本章第四节。

二、化工设备图的阅读

化工设备图是化工设备设计、制造、使用和维护中重要的技术文件，是技术思想交流的工具。阅读化工设备图可从图样所表达的全部内容来认识和理解该设备（或零部件）的结构、形状、尺寸、技术要求等。

1. 阅读化工设备图的基本要求

1）了解设备的用途、工作原理、结构特点和技术特性。

2）了解设备上各零件的结构、形状、规格、材料及作用。

3）了解设备零部件的结构、形状、规格、材料及作用。

4）了解设备上的管口数量及方位。

5）了解设备在制造、检验和安装等方面的标准和技术要求。

阅读总装配图时，应结合其部件图一同阅读。阅读过程中应注意化工设备图所具有的独特内容和图示特点。

2. 阅读化工设备图的方法和步骤

阅读化工设备图一般分为概括了解、详细分析和归纳总结三个步骤。应在阅读过程中着重注意化工设备图样的各种表达特点、简化和习惯的表示方法、管口方位和技术要求等不同的方面。

（1）概括了解

1）通过阅读图样的主标题栏，了解设备的名称、规格、绘图比例等内容。

2）了解图面上各部分内容的布置情况，如图形、明细栏、表格及技术要求等在图面上的位置。

3）概括了解图上采用的视图数量和表达方法，如判断采用了哪些基本视图、辅助视图、剖视图、断面图等，以及它们的配置情况。

4）概括了解该设备的零部件件号数目，判断哪些是非标准零部件，哪些是标准件或外购件等。

5）概括了解设备的管口表、技术特性表以及有关设备的制造、安装、检验和运输要求等基本情况。

（2）详细分析

1）视图分析。通过视图分析，可以看出设备图上共有多少个视图，哪些是基本视图，还有其他什么视图，各视图采用了哪些表达方法，并分析采用各种表达方法的目的。

2）设备分析。以主视图为主，结合其他视图分析各部件之间的相对位置及装配连接关系，对设备形成一个总体的认识，再结合有关技术资料，进一步了解设备的结构特点、工作原理和操作过程等内容。

3）零部件结构分析。以主视图为主，结合其他视图，对照明细栏中的序号，将零部件逐一从视图中分离出来，分析其结构、形状、尺寸及其与主体或其他零件的装配关系。对于标准化零部件，应查阅有关标准，弄清楚其结构。有些图样的零部件，则需查阅相关的零部件图，弄清楚其结构。

4）了解技术要求。通过对技术要求的阅读，了解设备在制造、检验、安装等方面所依据的技术规定和要求，以及焊接方法、装配要求、质量检验等具体要求。

（3）归纳总结　通过详细分析后，将各部分内容加以综合归纳，从而得出设备完整的结构形象，再进一步了解设备的结构特点、工作特性、物料的流向和操作原理等。

3. 化工设备图阅读示例

阅读丁二烯成品冷凝器装配图，如图 8-39 所示。

（1）概括了解　从主标题栏中了解该图样为“丁二烯成品冷凝器装配图”；传热面积为 $227m^2$；图样采用 1∶10 的比例绘制；整套图样共 6 张，另有零部件图 5 张（略）。

由明细栏了解到该设备共有 26 种零部件，其中 4 个组合件，另有部件装配图详细表达；

隔板与管板密封结构图 1:1

A、B类焊缝焊接详图 不按比例

带补强圈接管与筒体焊接详图 不按比例

换热管与管板连接图 1:1

拉杆与折流板连接图 1:1

拉杆与管板连接图 1:1

A—A 不按比例

换热管排列图 1:1

管箱与管板连接图 1:1

技术要求

1. 本设备按GB 150.1~150.4—2010《压力容器(合订本)》和GB 151—2014《热交换器》Ⅰ级进行制造、检验、验收，并接受国家质量技术监督局颁发的《压力容器安全技术监察规程》的监督。
2. 焊接采用电弧焊，焊条牌号：低合金钢之间采用J507；低合金钢与碳钢之间及碳钢之间采用J426。
3. 焊接接头形式及尺寸除图中注明外，均按HG/T 20583—2011的规定，法兰焊接按相应法兰标准的规定，角焊缝及搭接焊缝的焊脚尺寸按两焊件中薄件的厚度。
4. 筒体和管板的焊接采用弧焊打底，焊缝表面进行着色检验。
5. 容器上A、B类焊缝进行X射线无损检测，无损检测长度为20%，X射线无损检测应符合NB/T 47013.1~6—2015《承压设备无损检测(合订本)》规定，Ⅲ级为合格。
6. 换热管与管板的连接采用强度胀。
7. 设备制造完毕后，壳程以0.82MPa进行水压试验，管程以0.44MPa进行水压试验合格后管程再以0.35MPa的压缩空气进行气密性试验。
8. 设备的涂装、包装、运输符合JB/T 4711—2003《压力容器涂敷与运输包装》的规定。
9. 管口及支座方位按本图。

技术特性表

	壳程	管程
工作压力/MPa	0.8	0.8
设计压力/MPa	1.0	1.0
工作温度/℃	25/30	34/29
设计温度/℃	50	50
物料名称	水	汽相丁二烯
换热面积/m^2	227	
程数	1	2
焊缝系数	0.85	0.85
腐蚀裕度/mm	3	3
容器类别	Ⅰ类	

管口表

符号	公称尺寸	公称压力	连接标准	连接面形式	用途和名称
A	150	1.6	HG/T 20592~20635—2009	平面	丁二烯入口
B	200	1.6	HG/T 20592~20635—2009	平面	循环水入口
C	200	1.6	HG/T 20592~20635—2009	平面	循环水出口
D	100	1.6	HG/T 20592~20635—2009	平面	丁二烯出口

序号	图号或标准号	名称	数量	材料	单个质量	总质量	备注
26	R2000-12-5	顶起螺栓 M16×75	4	25	0.19	0.76	
25		定距管ϕ25×2.5，L=1000	2	20	1.39	2.78	
24	R2000-12-4	左支座	1	组合件		43.3	
23		定距管ϕ25×2.5，L=592	28	20	0.82	23.0	
22	R2000-12-6	拉杆 ϕ16，L=4970	2	Q235A	7.83	15.7	
21	R2000-12-4	下弓形折流板	8	Q235A	12.3	98.5	
20	R2000-12-4	右支座	1	组合件		43.3	
19	GB 6170-2015	螺母 M16	16	8级	0.03	0.48	
18		筒体 DN800×10，L=5890	1	16MnR		1177	
17	R2000-12-2	右管箱	1	组合件		133.5	
16		垫片ϕ844/ϕ804，δ=3	1	耐油橡胶石棉板			
15	R2000-12-3	右管板	1	16MnR		158	
14	JB/T 4736-2002	补强圈 DN200×10	2	16MnR	6.8	13.6	
13	R2000-12-6	法兰 DN200	2	20	10.1	20.2	
12		接管 ϕ219×8，L=200	2	20	8.16	6.32	
11		换热管ϕ25×2.5，L=6000	490	20	8.32	4078	
10	R2000-12-5	拉杆ϕ16，L=5270	6	Q235A	8.30	49.8	
9		定距管 ϕ25×2.5，L=292	60	20	0.41	24.3	
8	R2000-12-6	上弓形折流板	8	Q235A	12.3	98.5	
7		定距管 ϕ25×2.5，L=700	6	20	0.97	5.83	
6	GB/T 95-2002	垫圈 20	160	Q235A	0.01	0.16	
5	GB/T 6170-2015	螺母 M20	160	25	0.05	8.00	
4	NB/T 47027-2012	螺柱 M24×160	80	35	0.33	26.4	
3	R2000-12-3	左管板	1	16MnR		158	
2	R2000-12-5	垫片	1	耐油橡胶石棉板			
1	R2000-12-2	左管箱	1	组合件		317	

标记	处数	分区	更改文件号	签名	年月日		××化工研究所
设计		审定		阶段标记	质量	比例	丁二烯成品冷凝器 F=221m^2 装配图
制图		工艺			6515	1:10	
校核		标准化		共 6 张 第 1 张			R2000-12-1
审核		批准					


图 8-39　冷凝器装配图

由管口表了解到设备共有 4 个接管口；由技术特性表了解到设备工作压力为管程内 0.8MPa，壳程内 0.8MPa，工作温度为管程内低于 30℃、壳程内低于 34℃；设备壳程内物料为水，管程内物料为汽相丁二烯；还可以知道设备的设计压力、设计温度、焊接接头系数、腐蚀裕度、容器类别等指标。在技术要求中对焊接方法、焊缝接头形式、焊缝检验要求、管板与列管连接等都注写了相应的要求。

（2）视图分析　设备的总装配图采用主 、左两个基本视图和 9 个辅助视图来表达。

两个基本视图表达了主体结构。主视图为全剖视图，主要用以表达设备内部各处壁厚、管板与封头和管箱的连接、折流板位置、管束与管板的连接以及各接管口与设备主体的连接情况等；左视图为局部视图，既表达了设备左端外形、油进出口处管口布置，又表达了换热管的排列情况。

9 个辅助视图分别表达的内容为：两个鞍式支座的结构及其安装孔的位置，A、B 类焊缝焊接详图，带补强圈接管与筒体焊接详图，拉杆与管板连接图，拉杆与折流板连接图，换热管与管板连接图，换热管排列图，管箱与管板连接图，隔板与管板密封结构图。

（3）零部件分析　设备主体由左管箱（件 1）、左管板（件 3）、筒体（件 18）、右管箱（件 17）、右管板（件 15）、管束组成。筒体内径为 800mm，厚度为 10mm，材料为 16MnR。筒体与左管板采用焊接连接，左管板（件 3）的凸面对焊法兰与左管箱的凹面对焊法兰采用螺栓连接。左管箱（件 1）、右管箱（件 17）各是一组合件，需要阅读部件图。

换热管（件 11）共 490 根，图中只画出一根，其余采用简化画法，用中心线画出。换热管两端分别固定在左管板（件 3）和右管板（件 15）上，换热管与管板采用胀接。

冷却器筒体内有上弓形折流板（件 8）8 块，下弓形折流板（件 21）8 块。折流板间由定距管保持距离。所有折流板用拉杆连接，左端固定在左管板上，右端用螺母锁紧。

（4）设备分析　固定管板式冷凝器是化工厂常见的一种冷却设备，其特点是构造简单、结构紧凑。冷却器两端管板直接与筒体焊接在一起且兼作法兰。管束胀接在管板上，由于管束与管板、壳体与管板均为刚性固定，所以属于刚性结构。该设备共有 4 个接管口及法兰，下部由 2 个鞍式支座支承。

设备工作时，循环水由 B 进入壳程，与管程内的丁二烯进行热交换后，丁二烯由管 D 流出。循环水由管 C 带出。

设备上直接注出各处壁厚、管壳体及筒体直径（$\phi800\times10$）、换热管尺寸（$\phi25\times2.5$、$L=4000$）等定形尺寸，图中注出的各管口相对管板位置尺寸（400）及各零部件之间定位尺寸（5974、740、300）等供设备装配使用，鞍式支座安装孔的定位尺寸在 A—A 视图中给出，供设备安装使用，另外给出的总长尺寸（7228）为设备总体尺寸。

思　考　题

1. 化工设备图在图纸幅面上的要求有何特殊之处？各种化工设备图在图面安排上有哪些要求？
2. 化工设备图有哪些基本内容？其中哪些内容是化工设备图所特有的？
3. 化工设备图的视图表达有什么特点？有哪些特有的画法？
4. 化工设备图的尺寸标注有几种？应如何选取尺寸基准？
5. 化工设备图的表格有哪几种？各种表格在图中的位置如何？
6. 化工设备图的绘制与阅读有哪些步骤？

第九章

建筑施工图

第一节　概　　述

一、房屋建筑的设计程序

房屋建造要经历设计和施工两个过程，其中设计过程一般又分为初步设计和施工图设计两个阶段。

初步设计包括建筑物的总平面图，建筑平面图、立面图、剖面图及简要说明，结构系统、采暖、通风、给水排水和电气照明等系统说明，各项技术经济指标，总概算等，供有关部门分析、研究和审批。

施工图设计是将初步设计所确定的内容进一步具体化，在满足施工要求及协调各专业之间的关系后最终完成设计，并绘制建筑、结构、水、暖及电施工图。

二、房屋的分类

房屋按其使用功能的不同可分为工业建筑和民用建筑两大类。民用建筑又可分为公共建筑（学校、医院、会堂等）和居住建筑（住宅、宿舍等）。建筑物按结构分类通常可分为框架结构和承重墙结构等。各种建筑物尽管在功能及构造上各有不同，但就一栋房屋而言，基本上是由屋顶、楼梯、楼面地层、墙（或柱）、基础和门窗组成的。图 9-1 所示为一栋假想被剖切开的房屋，图中比较清楚地表明了房屋各部分的名称及所在位置。

（1）屋顶　屋顶位于房屋的最上部，其面层起围护，防雨、雪、风沙，隔热和保温的作用；其结构层起承受屋顶重力及积雪荷载和风荷载的作用。

（2）楼梯　楼梯是楼层之间上、下垂直方向的通道设施。

（3）楼面地层　楼面地层除了承受荷载，还在垂直方向将建筑物分隔成楼层。

（4）梁和柱　梁和柱是房屋主要的承重构件。

（5）墙　墙除了承重之外，还起围护（外墙）与分隔作用（内墙）。

（6）基础　基础是建筑物地面以下的部分，承受建筑物的全部荷载并将其传给地基。

（7）门窗　门主要是为了室内外的交通联系；窗起通风与采光的作用。

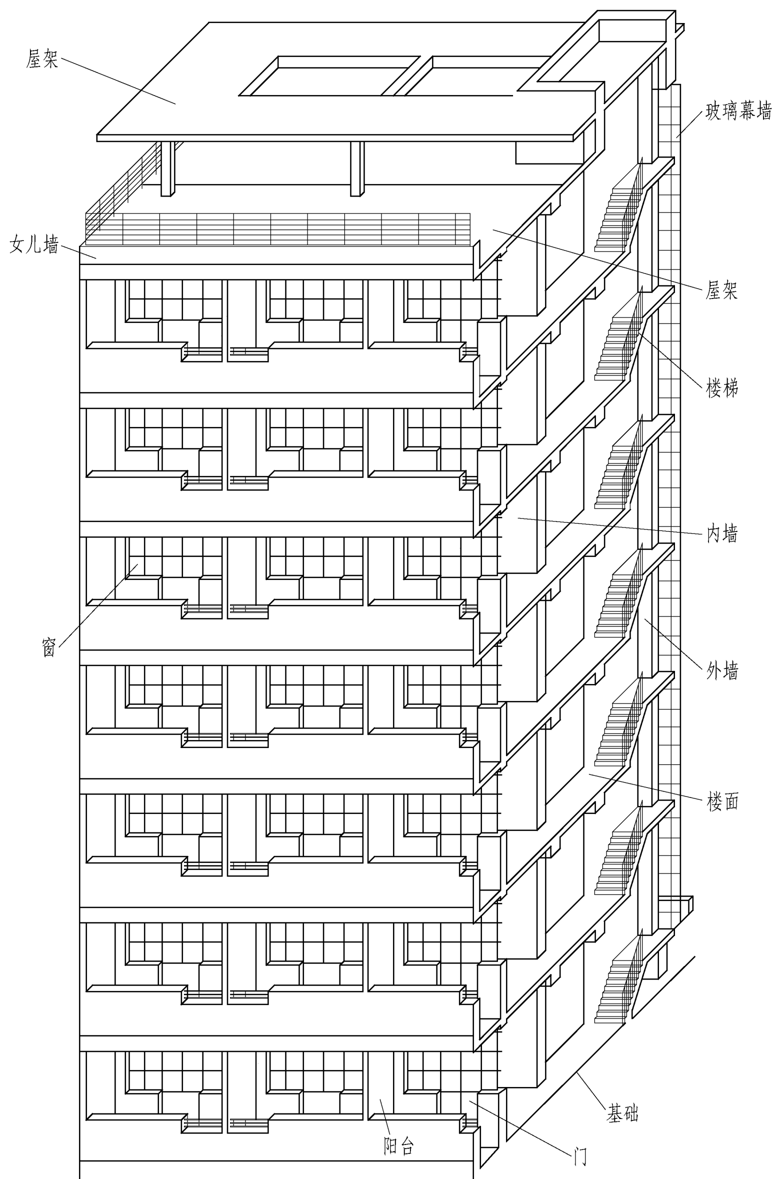


图 9-1　房屋立体图

三、房屋工程图的分类

房屋工程图按专业不同可有以下分类：建筑施工图（简称建施），包括建筑平面图、建筑立面图、建筑剖面图及建筑详图；结构施工图（简称结施），包括结构平面布置图、立面布置图及钢筋混凝土构件详图；设备施工图（简称设施），包括给水排水施工图、采暖通风施工图及电气施工图等。全套房屋工程图的绘制程序一般是先绘制建筑施工图，然后其他各专业以建筑施工图为依据进行专业设计。各专业图的编排顺序是全局图在前，局部详图在

后，另外在整套图样前应编上图样目录及总说明。

四、绘制房屋工程图的有关规定

房屋工程图要按照正投影原理及剖视、剖面、截面等基本图示方法绘制，图面质量应遵守《房屋建筑制图统一标准》（GB/T 50001—2017）和《建筑制图标准》（GB/T 50104—2010）及相关专业图的基本规定和制图标准。

1. 图线

为了使所绘的房屋工程图层次分明，应该按要求采用不同的线型和线宽。房屋建筑工程图中常用的图线见表 9-1。

表 9-1　房屋建筑工程图中常用的图线

名称		线型	线宽	用途
实线	粗	━━━━	b	1. 平、剖面图中被剖切的主要建筑构造(包括构配件)的轮廓线 2. 建筑立面图或室内立面图的外轮廓线 3. 建筑构造详图中被剖切的主要部分的轮廓线 4. 建筑构配件详图中的外轮廓线 5. 平、立、剖面图的剖切符号
	中粗	━━━━	$0.7b$	1. 平、剖面图中被剖切的次要建筑构造(包括构配件)的轮廓线 2. 建筑平、立、剖面图中构配件的轮廓线 3. 建筑构造详图及建筑构配件详图中的一般轮廓线
	中	────	$0.5b$	小于 $0.7b$ 的图形线、尺寸线、尺寸界线、索引符号、标高符号、详图材料做法引出线、粉刷线、保温层线、地面、墙面的高差分界线等
	细	────	$0.25b$	图例填充线、家具线、纹样线
虚线	中粗	- - - - - -	$0.7b$	1. 建筑构造详图及建筑构配件不可见的轮廓线 2. 立面图中的起重机(吊车)轮廓线 3. 拟扩建的建筑物轮廓线
	中	- - - - - -	$0.5b$	图例线、小于 $b/2$ 的不可见的轮廓线
	细	- - - - - -	$0.25b$	图例填充线、家具线等
单点长画线	粗	━ - ━ - ━	b	起重机(吊车)轨道线
	细	─ - ─ - ─	$0.25b$	中心线、对称线、定位轴线
折断线		──╱╲──	$0.25b$	部分省略时表示的断开界线
波浪线		～～～	$0.25b$	部分省略时表示的断开界线,曲线形构间断开界限,构造层次的断开界线

注：地平线宽可用 $1.4b$。

在同一张图样中一般采用三种线宽的组合，线宽比为 $b:0.5b$ 和 $b:0.25b$；较简单的图样也可采用两种线宽的组合，线宽比为 $b:0.25b$。

2. 比例

对于房屋建筑形体庞大的图，通常要按缩小比例的方法绘图。在建筑施工图中，常用的比例见表 9-2。

表 9-2　常用的建筑施工图比例

图　　名	比　　例
建筑物或构筑物的平面图、立面图、剖面图	1∶50,1∶100,1∶150,1∶200,1∶300
建筑物或构筑物的局部放大图	1∶10,1∶20,1∶25,1∶30,1∶50
配件及构造详图	1∶1,1∶2,1∶5,1∶10,1∶15,1∶20,1∶25,1∶30,1∶50

3. 定位轴线

定位轴线是用来确定建筑物主要结构及构件位置的尺寸基准线。凡是承重构件如墙、柱、梁、屋架等都要画上定位轴线并编上序号，施工时以此作为定位基准。定位轴线的距离一般应满足建筑模数尺寸。建筑模数是指房屋的跨度（进深）、柱距（开间）、层高等尺寸都必须是基本模数（100mm，用 M 表示）或扩大模数（$3M$、$6M$、$15M$、$30M$、$60M$）的倍数，以便于设计规范化、生产标准化和施工机械化。在施工图上，定位轴线应用细单点长画线表示。在线的一侧画直径为 8～10mm 的细线圆，圆内写编号。在建筑平面图上编号的顺序是横向自左向右用阿拉伯数字编写；竖向自下而上用大写拉丁字母编写，字母 I、O、Z 不用，以免与数字 1、0、2 混淆。定位轴线的编号宜写在图的下方和左侧。

4. 尺寸和标高尺寸

建筑施工图上的尺寸可分为总尺寸、定位尺寸及细部尺寸三种。细部尺寸表示各部位构造的大小，定位尺寸表示各部位构造之间的相互位置，总尺寸应等于各分尺寸之和。尺寸除了总平面图尺寸及标高尺寸以米（m）为单位外，其余一律以毫米（mm）为单位。标注尺寸时，应注意使长、宽尺寸与相邻的定位轴线相联系。

标高是用以表明房屋各部分（如室内外地面、窗台，雨篷及檐口等）高度的标注方法。在图中用标高符号加尺寸数字表示，如图 9-2 所示。标高符号用细实线绘制，符号中的三角形为等腰直角三角形，90°角所指为实际高度。图 9-2a、b 所示为个体建筑物图样上用的标高符号，长横线上下可用来注写尺寸，尺寸单位为米（m），注写到小数点后面三位（总图上可注到小数点后两位）。图 9-2c 所示为涂黑的符号，用在总平面图及在底层平面图上表示室外地坪标高。

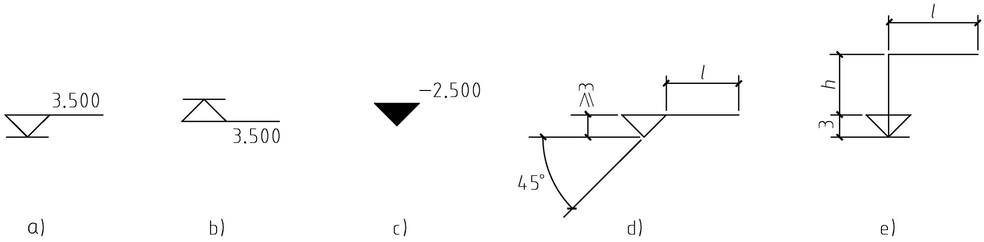


图 9-2　标高符号及其画法

标高分为绝对高程和相对高程两种。在我国，绝对高程是以青岛以东黄海平均海平面为标高零点，其他各地均以此为基准。相对高程一般是以房屋底层室内地坪的绝对高程为基准零点。零点标高用±0.000 表示，低于零点的标高为负数，负数标高数字前须加有“−”号，如“−0.500”；高于零点的正数标高数字前不加符号，如“3.500”。

建筑物高度方向的尺寸有毛面尺寸和完成面尺寸之分。毛面尺寸是指建筑物未经装修、粉刷前的尺寸；而完成面尺寸是经装修、粉刷后最终完成的尺寸，如建筑物地面、阳台地

面、台阶表面等处的高度尺寸及标高应注写为完成面尺寸；而其余部位应注写毛面尺寸。

5. 索引符号与详图符号

图样中的某一局部或构件，如需另见详图，应以索引符号索引。在图样需画详图的部位加注索引符号，在对应的详图上加注详图符号。图样中的索引符号是由直径为 8~10mm 的细实线圆和水平直径组成的，如图 9-3a 所示。如索引出的详图与被索引的图样同在一张图纸内，应在索引符号的上半个圆内用阿拉伯数字注明该详图的编号，并在下半个圆内画一段水平细实线，如图 9-3b 所示。如索引出的详图与被索引的图样不在同一张图纸内，应在索引符号的下半个圆中用阿拉伯数字注明该详图所在图纸的编号，如图 9-3c 所示。如索引出的详图采用标准图，应在索引符号中水平直径的延长线上加注该标准图册的编号，如图 9-3d 所示，表示详图是在标准图册 J103 的第 4 页上，编号为 5。需要标注比例时，文字在索引符号右侧或延长线下方，与符号对齐。

图 9-3 索引符号与索引剖面详图的索引符号

索引符号如用于索引剖视详图，应在被剖切的部位绘制剖切位置线（粗短线），并用引出线引出索引符号，引出线所在的一侧应为投射方向，如图 9-3e 所示。图 9-3e 表示剖切以后向左投射，图 9-3f 表示剖切以后向下（或向前）投射，图 9-3g 表示剖切以后向上（或向后）投射，图 9-3h 表示剖切以后向右投射。

详图的位置和编号用详图符号表示，如图 9-3i 所示。详图符号的圆用粗实线绘制，直径为 14mm。如果详图与被索引的图样同在一张图纸内，只在详图符号内用阿拉伯数字注明详图编号。如果详图与被索引的图样不在一张图纸内，则用细实线在详图符号内画一条水平直径，在上半圆内写详图编号，在下半圆内写被索引的图样的图纸编号。

6. 房屋工程图常用图例

为了简化作图，房屋工程图中有一些内容是不用投影而用图例来表达的。图例就是按专业分类的统一规定的图形符号。常用建筑构、配件图例见表 9-3，常用建筑材料图例见表 9-4。

表 9-3 常用建筑构、配件图例

名称	图 例	说 明	名称	图 例	说 明
楼梯	下 下 上 上	1. 上图为顶层楼梯平面，中图为中间层楼梯平面，下图为底层楼梯平面 2. 需设置靠墙扶手或中间扶手时，应在图中表示	坡道	下	长坡道
				下 下 下	上图为两侧垂直的门口坡道，中图为有挡墙的门口坡道，下图为两侧找坡的门口坡道

（续）

名称	图　　例	说　　明	名称	图　　例	说　　明
检查口		左图为可见检查口，右图为不可见检查口	空门洞	h=	h 为门洞高度
孔洞		阴影部分也可填充灰度或涂色代替			
坑槽		—			
烟道		1. 阴影部分也可填充灰度或涂色代替 2. 烟道、风道与墙体为相同材料，其相接处墙身线应连通 3. 烟道、风道根据需要增加不同材料的内衬	单面开启单扇门（包括平开或单面弹簧）		1. 门的名称代号用 M 表示 2. 平面图中，下为外，上为内 门开启线为 90°、60°或 45°，开启弧线宜绘出 3. 立面图中，开启线实线为外开，虚线为内开。开启线交角的一侧为安装合页的一侧。开启线在建筑立面图中可不表示，在立面大样图中可根据需要绘出 4. 剖面图中，左为外，右为内 5. 附加纱扇应以文字说明，在平、立、剖面图中均不表示 6. 立面形式应按实际情况绘制
风道			双面开启单扇门（包括双面平开或双面弹簧）		
墙预留洞、槽	宽×高或φ 标高 宽×高或φ×深 标高	1. 上图为预留洞，下图为预留槽 2. 平面以洞（槽）中心定位 3. 标高以洞（槽）底或中心定位 4. 宜以涂色区别墙体和预留洞（槽）	单面开启双扇门（包括平开或单面弹簧）		

表 9-4　常用建筑材料图例

序号	名　称	图　　例	备　　注
1	自然土壤		包括各种自然土壤
2	夯实土壤		—
3	砂、灰土		—
4	砂砾石、碎砖三合土		—
5	石材		—

（续）

序号	名　称	图　　例	备　　注
6	毛石		—
7	普通砖		包括实心砖、多孔砖、砌块等砌体。断面较窄不易绘出图例线时，可涂红，并在图样备注中加以说明，画出该材料图例
8	耐火砖		包括耐酸砖等砌体
9	空心砖		指非承重砖砌体
10	饰面砖		包括铺地砖、马赛克、陶瓷锦砖、人造大理石等
11	焦渣、矿渣		包括与水泥、石灰等混合而成的材料
12	混凝土		1）本图例指能承重的混凝土及钢筋混凝土 2）包括各种强度等级、骨料、添加剂的混凝土 3）在剖面图上画出钢筋时，不画图例线 4）断面图形小，不易画出图例线时，可涂黑
13	钢筋混凝土		
14	多孔材料		包括水泥珍珠岩、沥青珍珠岩、泡沫混凝土、非承重加气混凝土、软木、蛭石制品等
15	纤维材料		包括矿棉、岩棉、玻璃棉、麻丝、木丝板、纤维板等
16	泡沫塑料材料		包括聚苯乙烯、聚乙烯、聚氨酯等多孔聚合物类材料
17	木材		1）上图为横断面，左上图为垫木、木砖或木龙骨 2）下图为纵断面
18	胶合板		应注明为×层胶合板
19	石膏板		包括圆孔、方孔石膏板、防水石膏板、硅钙板、防火板等
20	金属		1）包括各种金属 2）图形小时，可涂黑
21	网状材料		1）包括金属、塑料网状材料 2）应注明具体材料名称
22	液体		应注明具体液体名称
23	玻璃		包括平板玻璃、磨砂玻璃、夹丝玻璃、钢化玻璃、中空玻璃、夹层玻璃、镀膜玻璃
24	橡胶		—
25	塑料		包括各种软、硬塑料及有机玻璃等
26	防水材料		构造层次多或比例大时，采用上图例
27	粉刷		本图例采用较稀的点

注：序号 1、2、5、7、8、13、14、16、17、18 图例中的斜线、短斜线、交叉斜线等均为 45°。

第二节　建筑总平面图

建筑总平面图是较大范围内的建筑群和其他工程设施的水平投影图。它主要表示新建、拟建房屋的具体位置、朝向、高程、占地面积，以及与周围环境如原有建筑物、道路及绿化等之间的关系。建筑总平面图是整个工程的总体布局图，其绘制应遵守《总图制图标准》（GB/T 50103—2010）中的基本规定。

一、画法特点及要求

1. 比例

由于总平面图所表示的范围较大，所以一般都采用较小的比例。常用比例有 1∶500、1∶1000和 1∶2000 等。

2. 图例

由于比例很小，故总平面图上的内容一般是按图例绘制的。常用图例见表 9-5。当表中所列图例不够用时，可自编图例，但自编图例需另加说明。

表 9-5　常用总平面图图例

名　称	图　例	说　明
围墙及大门		
坐标	X=105.00 Y=400.25	1. 上图表示地形测量坐标系
	A=105.00 B=400.25	2. 下图表示自设坐标系 坐标数字平行于建筑标注
室内标高	38.00 (±0.00)	
室外标高	85.00	室外标高也可采用等高线表示
原有道路		
计划扩建道路		
填挖边坡		
风向频率 玫瑰图		根据当年统计的各方向平均吹风次数绘制。实线表示全年风向频率。虚线表示夏季(按 6、7、8 三个月统计)风向频率

（续）

名　称	图　例	说　明
新建建筑物	X= Y= ① 12F/2D H=59.00m	新建建筑物以粗实线表示与室外地坪相接处±0.00外墙定位轮廓线 建筑物一般以±0.00高度处的外墙定位轴线交叉点坐标定位。轴线用细实线表示，并标明轴线号 根据不同设计阶段标注建筑编号，地下、地下层数，建筑高度，建筑出入口位置（两种表示方法均可，但同一图样采用一种表示方法） 地下建筑物以粗虚线表示其轮廓 建筑物上部（±0.00以上）外挑建筑用细实线表示 建筑物上部连廊用细虚线表示并标注位置
原有的建筑物		用细实线表示
计划扩建的建筑物或预留地		用中粗虚线表示
拆除的建筑物		用细实线表示
铺砌场地		
散状材料露天堆场		需要时可注明材料名称
其他材料露天堆场或露天作业场		
指北针	北	细实线圆的直径通常为24mm，指针尾部宽3mm，指针头部应注明“北”或“N”字。需用较大直径绘制时，指针尾部宽约为直径的1/8

3. 图线

新建房屋的可见轮廓线用粗实线绘制，新建的道路、桥涵及围墙等用中实线绘制，计划扩建的建筑物用中虚线绘制，原有的建筑物、道路、坐标网、尺寸线及引出线等用细实线绘制。当地形复杂时要画出等高线，以表明地形的高低起伏变化。

4. 定位

当总平面图所表示的范围较大时，应画出测量或施工坐标网。建筑物可标注其定位轴线或角点的坐标（详见《总图制图标准》（GB/T 50103—2010）中的有关规定）。一般情况下，可利用原有建筑物或道路进行定位，如图9-4中的8.50m、10.00m。

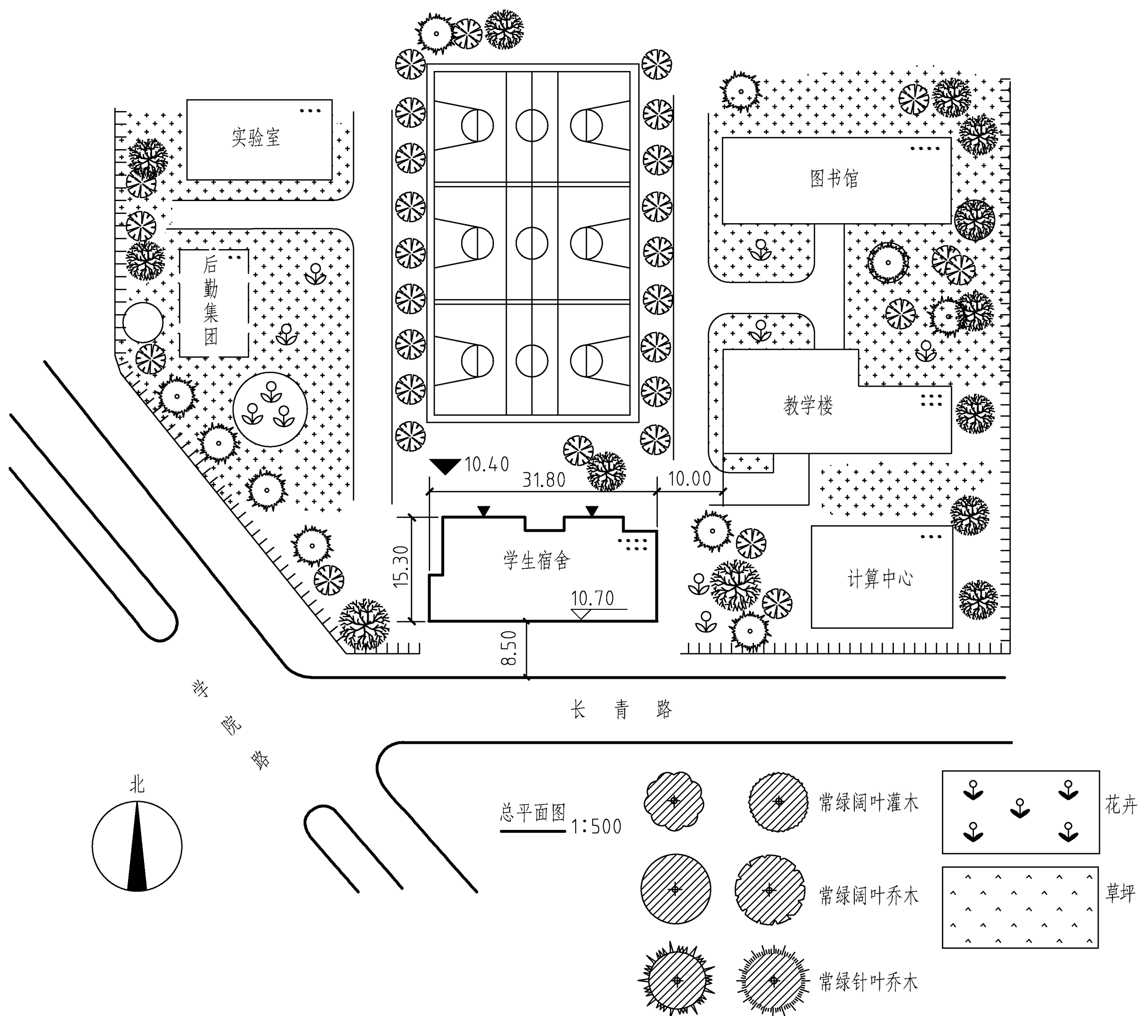


图 9-4　某学校学生宿舍总平面图

5. 指北针

总平面图上应画出指北针（图 9-4）或风向频率玫瑰图（简称风玫瑰图），用以表明建筑物的朝向和该地区常年的风向频率。

6. 尺寸标注

总平面图中应标注新建房屋的总长、总宽及定位尺寸，尺寸单位为米（m）（保留至小数点后面两位）。同时，应标注新建房屋的室内外地坪标高。标高宜采用绝对标高。

7. 注写名称

总平面图上的建筑物与构筑物应注写名称，当图样比例较小或图面无足够注写位置时，可采用编号列表编注。

8. 其他

由建筑总平面图可以绘制其他专业的总平面布置图，如给水排水、供暖、电气等总平面图。

二、识图举例

图 9-4 所示为某学校学生宿舍总平面图，绘图比例为 1∶500。粗实线表示的房屋轮廓是新设计建造的教学楼，右上角 7 个黑点表示该建筑为 7 层。15.30 和 31.80 为该建筑的宽度和长度尺寸，8.50 和 10.00 是该房屋的定位尺寸，单位均为米（m）。10.70 和 10.40 为室内外地坪的绝对标高，单位也均为米（m）。教学楼南面和西面用中实线表示的是新建道路。左下角的指北针显示该建筑物的朝向为坐北朝南。东、西区域用细实线表示的房屋轮廓为原有建筑物：实验室、图书馆和计算中心等。西面虚线表示的是将来要建设的后勤集团楼。教学楼的正北面是篮球场，连接建筑物的细实线表示原有道路。建筑物四周布满花草树木。

第三节　建筑平面图

建筑平面图是沿建筑物门窗洞位置做水平剖切并移去上面部分后，向下投射所形成的全剖面图。它主要表示建筑物的平面形状、大小、房间布局、门窗位置、楼梯、走道安排、墙体厚度及承重构件的尺寸等。平面图是建筑施工图中最重要的图样。

多层建筑的平面图由底层平面图、中间层平面图和顶层平面图所组成。中间层是指底层到顶层之间的楼层。如果中间层的楼层布置相同或者基本相同，可共用一个标准层平面图，否则每一楼层均需绘制平面图。

在同一张图纸上绘有多于一层的平面图时，各层平面图宜按楼层数的顺序从左至右或从下至上布置。当平面较大的建筑物的平面图绘在一张图纸上有困难时，可分区绘制平面图。分区绘制平面图时应绘制组合示意图。

顶棚平面图如用直接投影法不易表达清楚，则可用镜像投影法绘制，但应在图名后加注“镜像”两字。

一、画法特点及要求

1. 比例

建筑平面图常用比例为 1∶50、1∶100、1∶150、1∶200 和 1∶500 等。

2. 定位轴线

定位轴线的画法和编号在本章第一节中已详细介绍。这里需要强调的是，一旦建筑平面图的定位轴线的编号确定后，其他各专业图样中的轴线编号必须与之相符。

3. 图线

被剖切到的墙、柱轮廓线画粗实线（b），没有剖切到的可见轮廓线如窗台、台阶及楼梯等画中粗实线（$0.7b$），尺寸线、标高符号、轴线等用中实线（$0.5b$）画出。如果需要表示高窗、通气孔、槽、地沟及起重机等不可见部分，则应以细虚线绘制。在比例不同的平面图上，抹灰层的材料图例的省略画法不同：比例大于 1∶50 的平面图上应画出抹灰层的层面线，而比例小于 1∶50 的平面图上则无需画出。

4. 尺寸标注

平面图中标注的尺寸分为外部和内部两类。其中，外部尺寸主要有三道：第一道是最外面的尺寸，这一道为总体尺寸，也称为建筑物的外包尺寸，表示建筑物的总长和总宽；中间

第二道为轴线间尺寸，它是承重构件的定位尺寸，一般也称为房间的开间和进深尺寸；第三道是细部尺寸，它表明门窗洞与洞间墙的尺寸。这道尺寸应与轴线相关联。建筑平面图中还应注出建筑物室内的楼地面标高和室外地坪标高，具体标注方法可参考本章第一节的尺寸和标高尺寸。

5. 代号及图例

在平面图中被剖切到的门窗用图例表示，并在图例旁注写它们的代号和编号，其中代号“M”表示门，“C”表示窗；编号既可用阿拉伯数字顺序编写，也可直接采用标准图上的编号。被剖切到的钢筋混凝土构件的截面可涂黑表示，被剖切到的砖墙一般不画图例（也可在描图纸背面涂红）。

6. 投影要求

建筑平面图是全剖面图，各层平面图的绘制按投射方向能看到的部分均应画出，由此各层平面图中都会有一些重复部分。为了节省时间，减少画图工作量，重复处通常省略不画，如散水、明沟及台阶等只在底层平面图中表示，而其他各层的平面图不用画出；雨篷也只在二层平面图中表示。平面图上的厨房、卫生间因另有详图表达，一般只需用图例画出卫生器具、水池、橱柜及隔断等的位置即可。

7. 其他标注

在平面图中宜注写房间的名称或编号。在建筑物有±0.000 标高的平面图上（一般为底层平面图）应画出指北针。指北针的图例见表 9-4。指北针所指的方向应与总平面图的方向一致。当平面图上某一部分或某一构件另有详图表示时，需用索引符号在图上表明。此外，表示建筑剖面图的剖切位置及剖视方向的符号也应在房屋的底层平面图上标注。

8. 门窗表

为了方便订货和加工，建筑平面图中一般应附有门窗表。

9. 局部平面图和详图

在平面图中，如果某些局部平面因设备较多或因内部组合较复杂，如使用小比例表达不清楚时，可用较大比例的局部平面图或详图来表达。

10. 屋面平面图

屋面平面图与建筑平面图不同，它不是剖面图，而是直接从房屋上方向下投射只保留屋面部分的视图，习惯上将其归到建筑平面图中表述。它主要表示屋面排水情况（用箭头、坡度或泛水表示），以及天沟、雨水管和水箱等的位置。由于屋面平面图的内容比较简单，故既可以使用与建筑平面图相同的比例，也可以用较小的比例绘制（如 1∶200）。

二、设计举例

图 9-5 所示为某校学生宿舍首层平面图，是用 1∶100 的比例绘制的。该建筑平面的形状基本为矩形，有两个入口，用两个涂黑的等边三角形表示。每个入口的左右各有一个单元，整个平面共分四个单元。单元布局虽然不太一致，但构成基本相同，包括一间起居室、三间宿舍、一间卫生间和三个阳台。一进门是起居室，宿舍为两间朝南、一间朝北，卫生间与朝北的宿舍相邻，消火栓布置在卫生间靠门的一侧，具体尺寸可参见图 9-5“注”中的说明。三个阳台中有两个朝南，分别与两间朝南的宿舍相通；另一个阳台除西侧单元布置在西侧外，其他单元都布置在靠卫生间的北面与起居室相通。配电箱和信息箱布置在入口处的楼

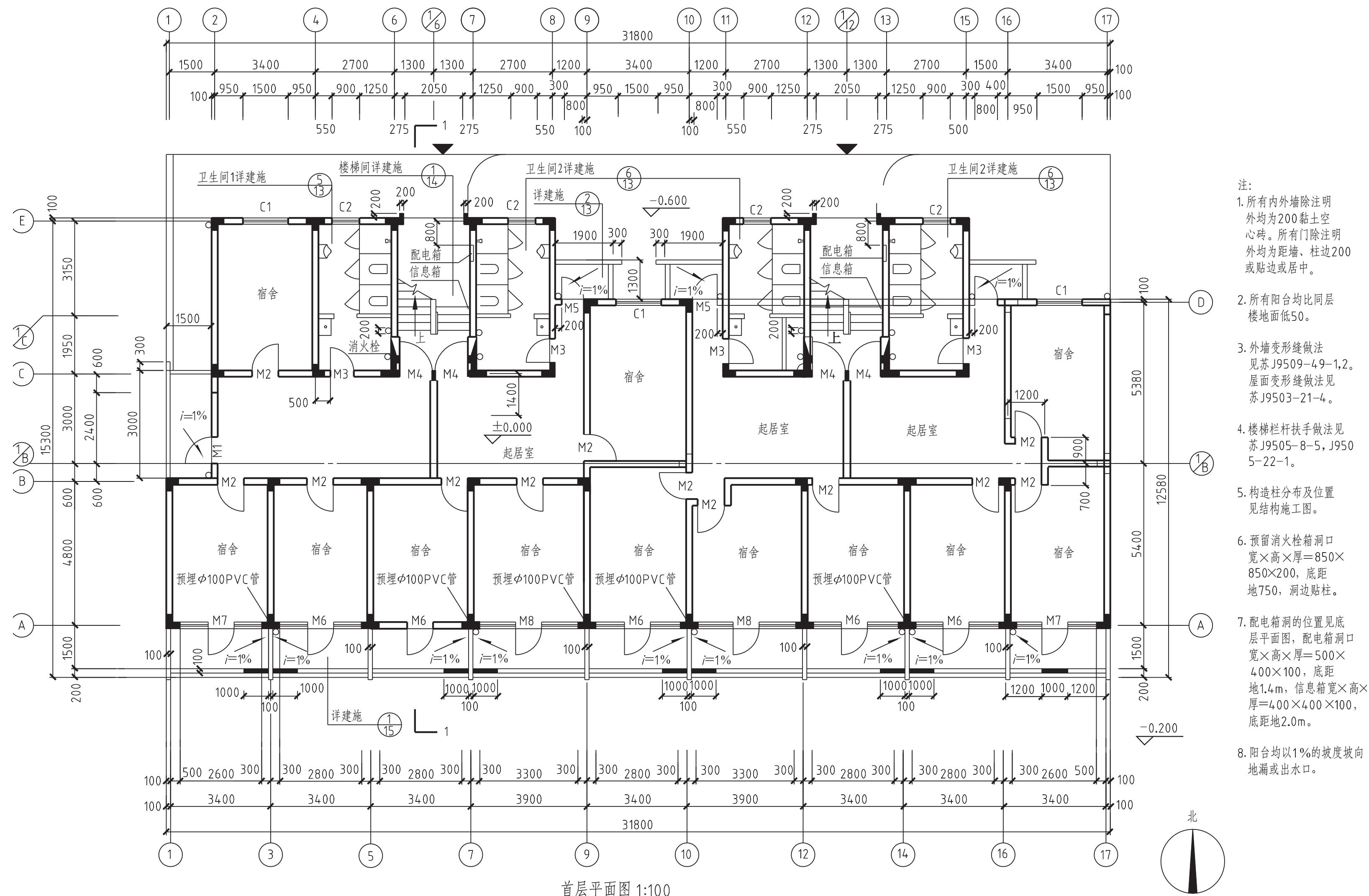


图 9-5　某校学生宿舍首层平面图

梯间左、右侧的墙上，配电箱的尺寸可参见图 9-5“注”中的说明。M1、M2、M3、M4、M5、M6 为单扇平开门，C1、C2 为窗。门窗尺寸可参见门窗表。室内地坪标有±0. 000，所有阳台及卫生间的地面均比室内地面低 50mm，并以 1%的坡度坡向地漏。

该建筑为框架结构，主要承重构件为钢筋混凝土柱，由于其截面太小所以涂黑表示。剖切到的墙用粗实线双线绘制，墙厚 200mm。这里的墙仅起围护和分隔作用，用空心砌块砌筑。

房屋的定位轴线是以柱的中心位置确定的，横向轴线为①~⑰，纵向轴线为Ⓐ~Ⓔ。图中除了主要轴线外还编有附加轴线，如($\frac{1}{C}$)和($\frac{1}{6}$)分别表示Ⓒ轴线上附加的第一根轴线和⑥轴线右侧附加的第一根轴线。

阳台中标注的($\frac{1}{15}$)，厕所间中标注的($\frac{6}{13}$)及楼梯间中标注的($\frac{1}{14}$)符号是详图索引符号，它表明阳台、厕所等另画有详图。

因为宿舍前、后、左、右的布置在平面图中不同，所以沿图四周都标注了三道尺寸：最外面一道为宿舍的总长 31800mm，总宽 15300mm；第二道说明轴线的间距；第三道是柱间墙或柱间门窗洞的尺寸。

图 9-6 所示为学生宿舍的二层平面图，与底层平面图相比，减去了室外的附属设施及踏步。东、西两端楼梯的表示方法与底层不同，不仅画出本层到上一层的部分楼梯踏步，还画出了本层到下一层的楼梯踏步。楼梯间的外侧预埋了雨篷的排水管 ϕ50mmPVC。

图 9-7 所示为公寓的三~六层平面图。由于这几层的平面布置完全相同，故用一张平面图表示，仅在标高处注明各层的标高即可。图示内容除雨篷没有列出外，其他均和二层平面图的布置相同，所以该平面图也可以省略不画，而由二层平面图代替，再用文字说明不同之处即可。

一般建筑物的顶层平面图只设向下的梯段，这与其他楼层的平面图不同，所以必须另画。但本例由于建筑物屋面设置了观景休闲区，顶层（七层）除设向下的梯段外，仍需设置通向屋面的向上梯段，显然顶层平面图除了标高（19. 200m），其他布置均与三~六层平面图相同，故不必再画顶层平面图。

图 9-8 所示为学生宿舍出屋面楼梯间平面图，图中内容主要为屋面的楼梯布置和屋架支撑的布置，屋面排水另有图示。屋面通往顶层的出入口设有一扇门（FM1）。楼梯间的图示与二~七层不同，由于只设向下的梯段，所以楼梯不画折断线，而用一个箭头指向下行方向。观景休闲区设在屋面的北侧，该区域布有钢筋混凝土柱，用以支撑屋架结构，因为比例小，故被截的钢筋混凝土柱截面涂黑表示。

图 9-9 所示为学生宿舍屋顶平面图，该图和一般的建筑平面图不一样，是从屋顶上方向下的投影图。投影内容包括屋面、楼梯间屋面及屋架三个部分。考虑到屋顶平面图侧重屋顶排水，且由于屋架部分另有视图说明，所以在屋顶平面图中省略了屋架部分。从图中可知，楼梯间部分的屋面标高为 25. 200m，其他部分的屋面标高为 22. 400m。整个屋面的排水为内、外排水两种形式。楼梯间部分的屋面为单向内排水，2%坡度坡向前方右侧墙边。由 ϕ100mmPVC 管引至顶层屋面。其他部分的屋面为南北方向的外排水，2%坡度（局部为 0. 5%坡度）坡向天沟，再排向雨水管 YSG。屋顶四周设有女儿墙，女儿墙面标高为 22. 900m。

图 9-10 所示为学生宿舍的屋架平面图。屋架布置在屋顶北侧，以楼梯间墙为定位，南、北各向外延伸 1000mm。屋架上设有八个矩形孔，矩形孔也是以楼梯间墙为定位的。

二层平面图1:100

未注明尺寸与做法详见首层平面图



图 9-6 学生宿舍二层平面图

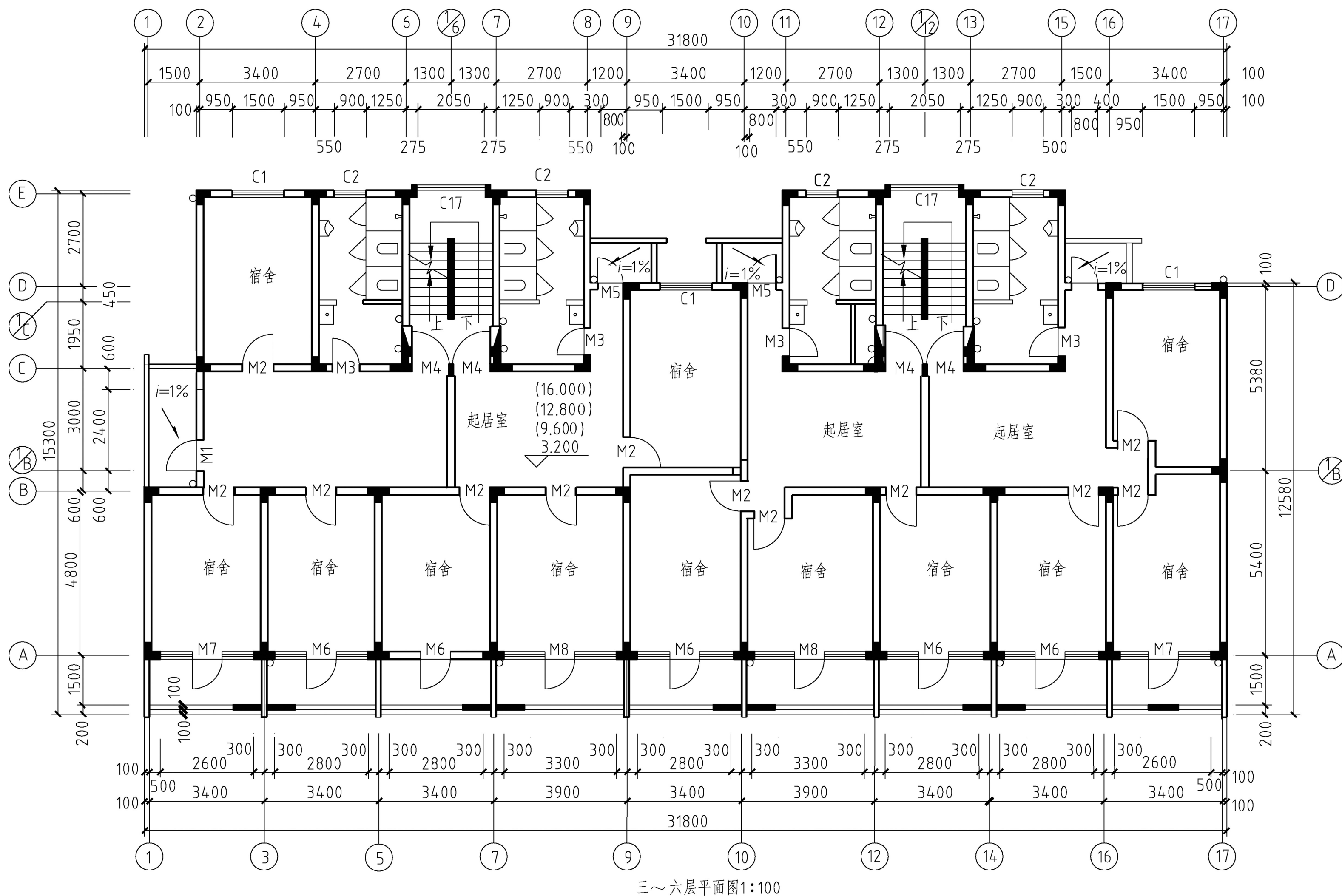


图 9-7　公寓三～六层平面图

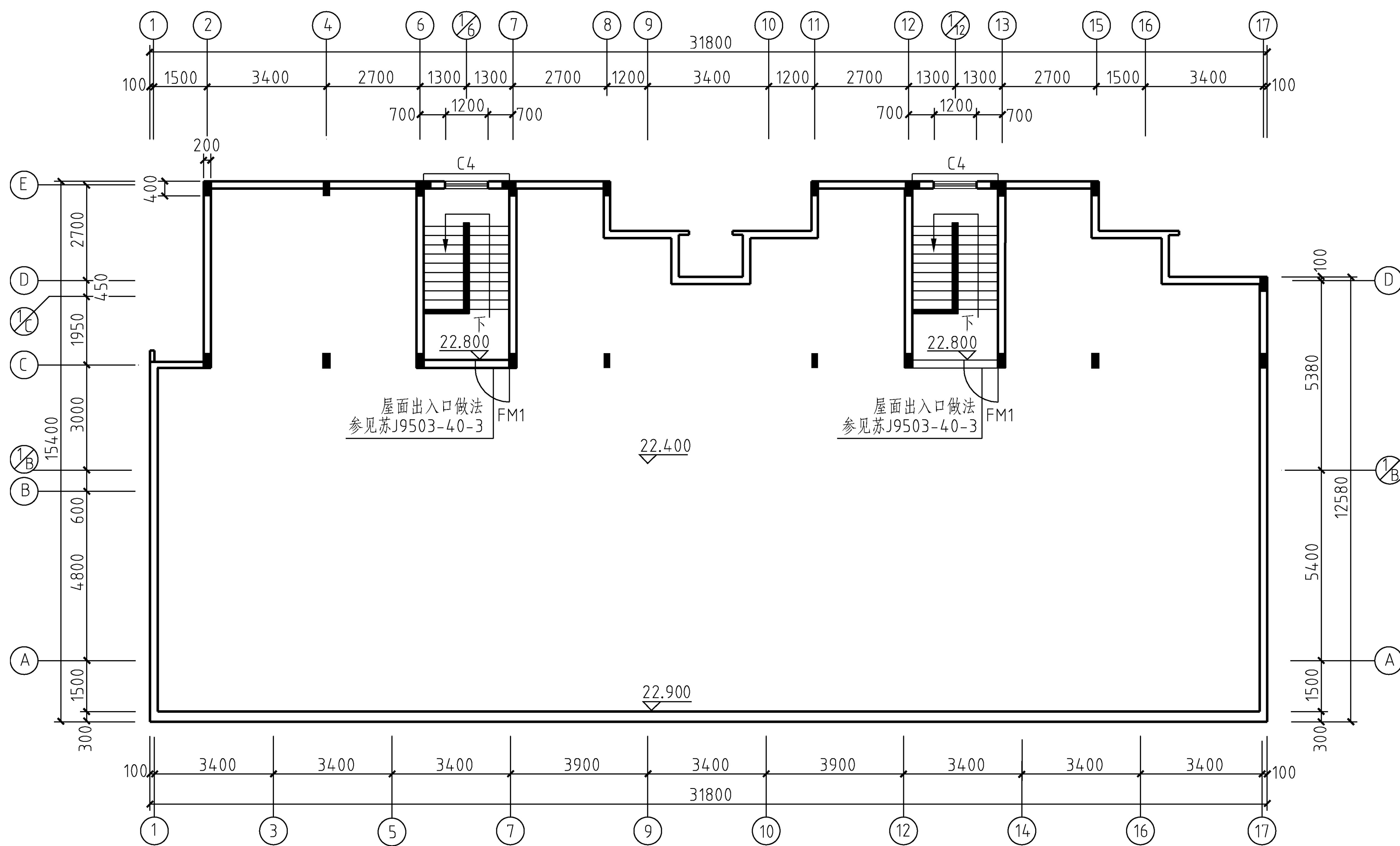
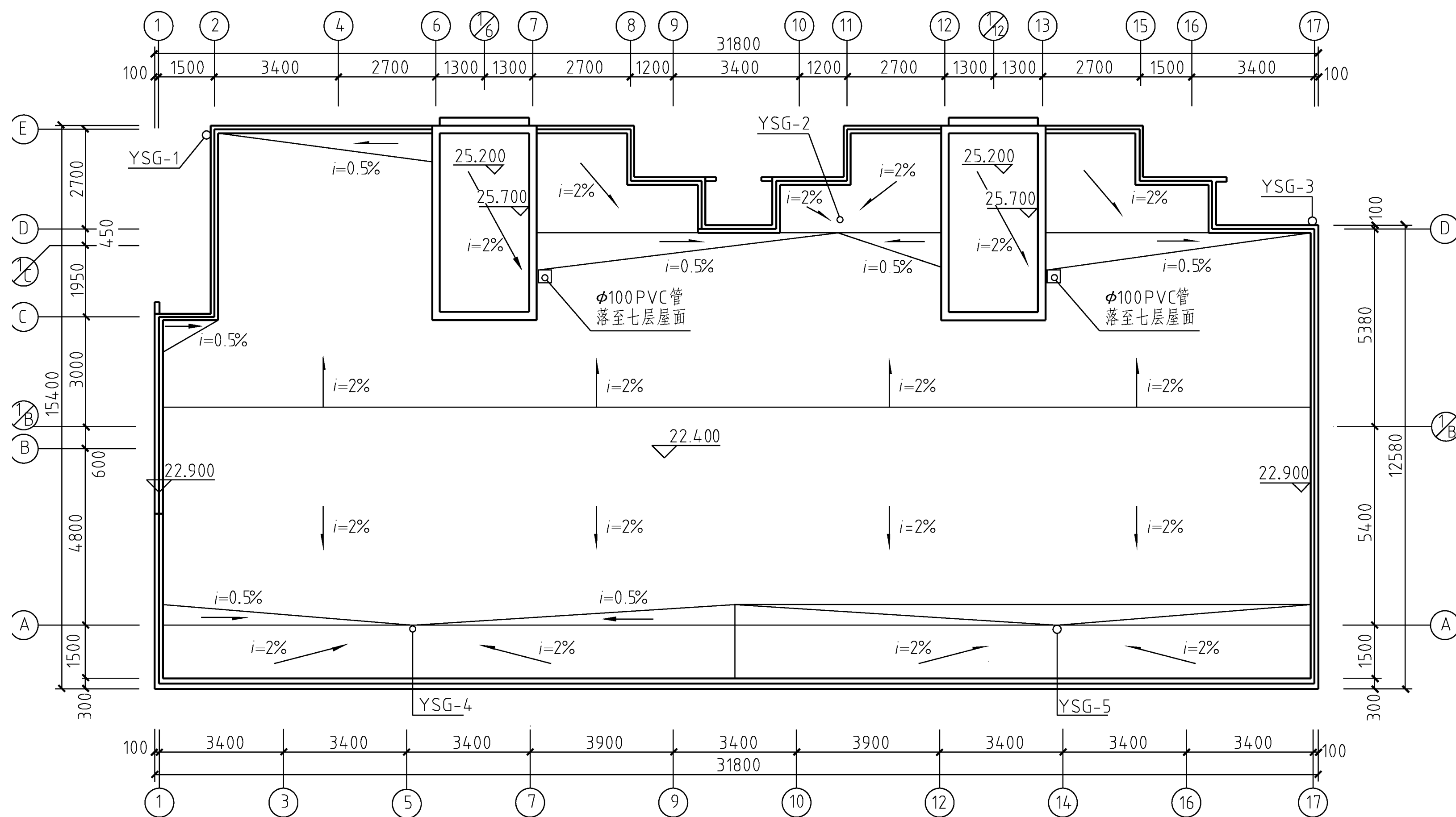


图 9-8 学生宿舍出屋面楼梯间平面图



屋顶平面图 1:100

图 9-9 学生宿舍屋顶平面图

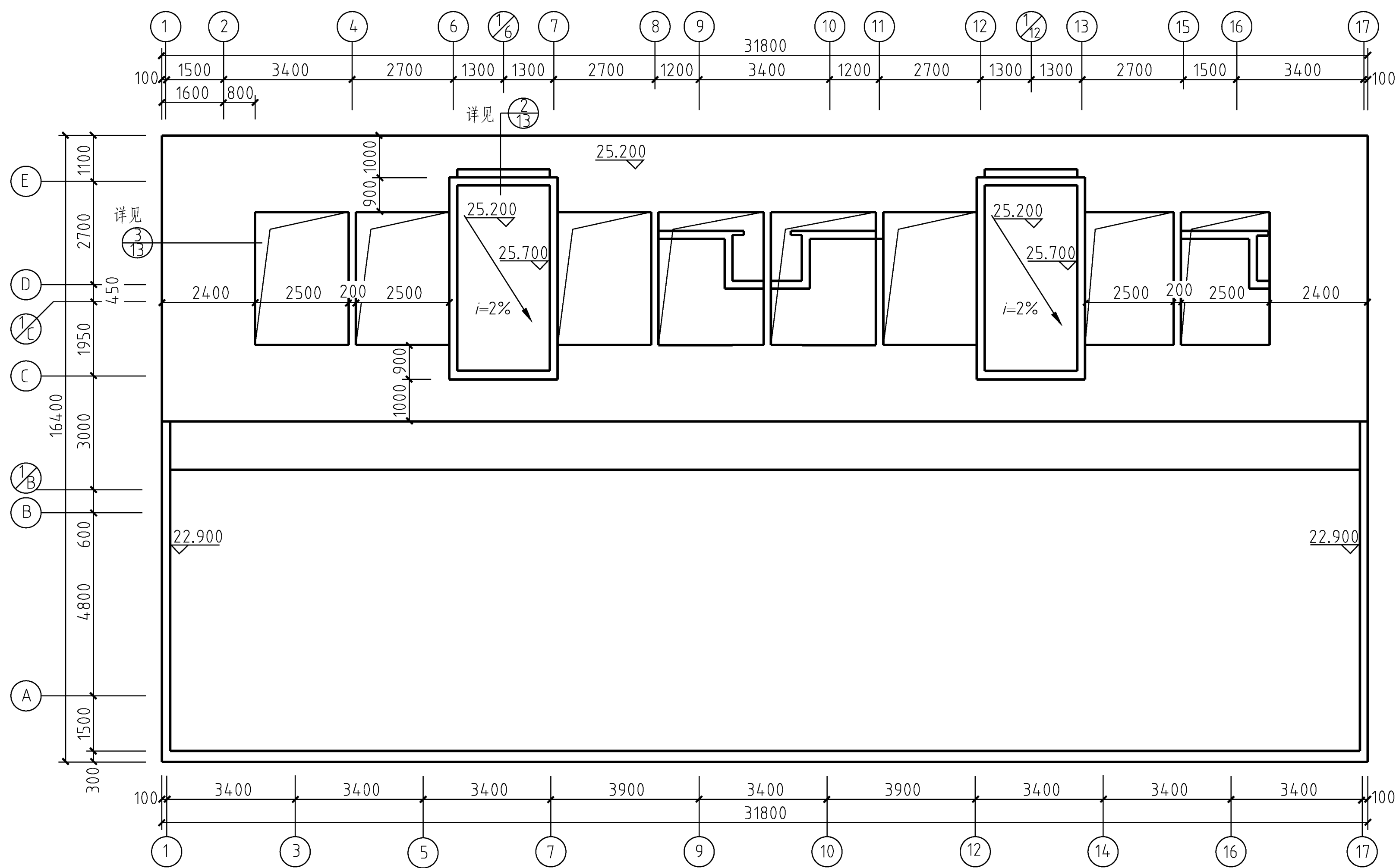


图 9-10　学生宿舍屋架平面图

三、门窗表

建筑物的门窗需绘制专门的表格，以便加工和订购。通常，门窗表附在建筑平面图的后面。门窗表的具体格式和内容可参见表 9-6。

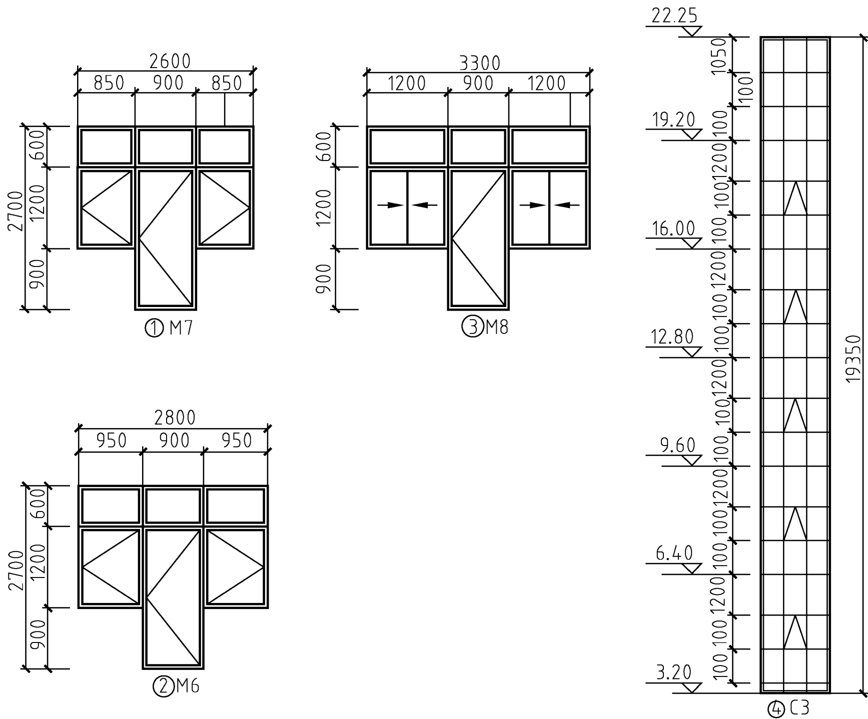
表 9-6 学生宿舍门窗表

类别	编号	型 式	尺寸/mm(宽×高)	堂数	选用图集	备 注
窗	C1	铝合金推拉窗	1500×1800	42	做法参见苏 J9601	参见苏 J9601-19-LTC-1518-0
	C2	铝合金推拉窗	900×1800	56	做法参见苏 J9601	参见苏 J9601-16-LPC-0918
	C3	铝合金推拉窗	2050×19350	4	做法参见苏 J9601	—
	C4	铝合金推拉窗	1200×1200	4	做法参见苏 J9601	参见苏 J9601-19-LTC-1212
门	M1	铝合金门连窗	2400×2700	14	做法参见苏 J9601	参见苏 J9601-12- LMC-2427
	M2	木夹板门	900×2100	168		参见苏 J73-7-2-11-402
	M3	木夹板门	800×2100	56		参见苏 J73-7-2-11-401
	M4	乙级防火门防盗门	1000×2100	56		
	M5	铝合金平开门	800×2700	42	做法参见苏 J9601	参见苏 J9601-12-LPM-0827a,b
	M6	铝合金门连窗	2800×2700	70	做法参见苏 J9601	—
	M7	铝合金门连窗	2600×2700	28	做法参见苏 J9601	—
	M8	铝合金门连窗	3300×2700	28	做法参见苏 J9601	—
	FM1	乙级防火门	1000×2100	4		由厂家订制

注：1. 木门截面为Ⅱ级，用材要干燥，防翘曲变形，所有的门窗在订制前须对预留的门窗洞口尺寸进行复核，如有出入当及时调整。

2. 铝合金门采用 100 系列，窗 90 系列，白玻 5mm 厚。

3. 所有门窗用图示形式及尺寸，厂方施工前需绘出简图，经设计认定后再制作。



四、绘图步骤

建筑平面图的绘制一般按图 9-11 所示的步骤进行：

1）画基准线，按尺寸画出房屋的横向定位轴线和纵向定位轴线。

2）画主要墙体和柱子的轮廓线及次要结构的轮廓线。

3）按规定画门窗图例及细部构造并注写尺寸、标高和文字说明等。

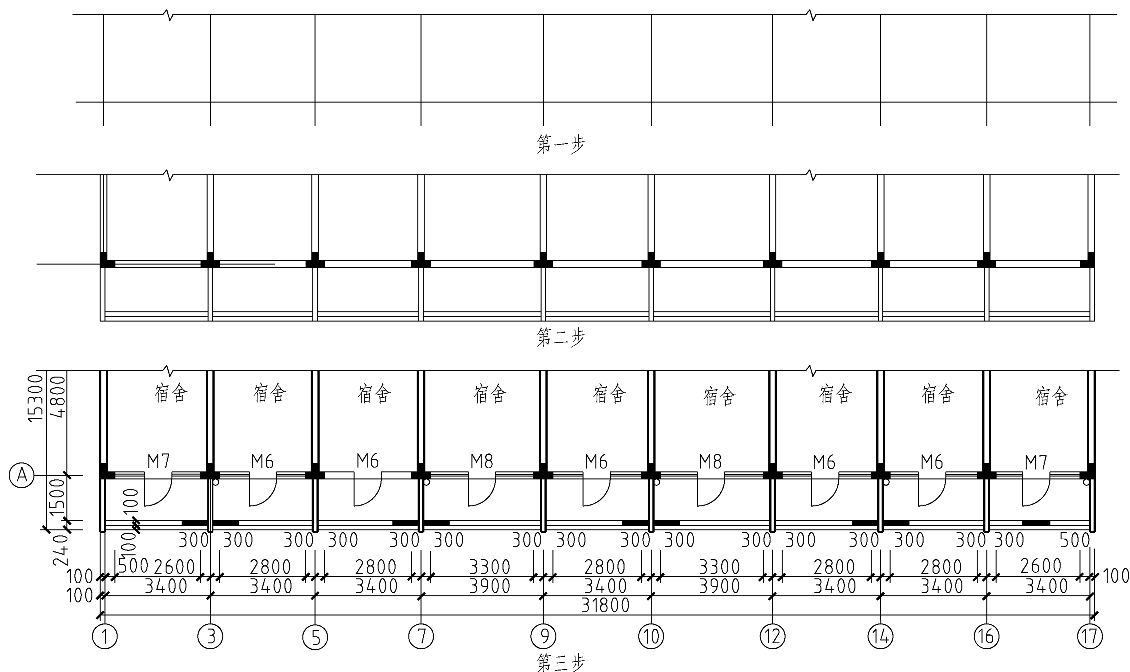


图 9-11　建筑平面图的绘制

第四节　建筑立面图

建筑立面图是房屋不同方向的立面正投影图。通常一间房屋有四个朝向，立面图既可根据房屋的朝向来命名，如东立面、西立面等，也可以根据主要入口来命名，如正立面、左侧立面、右侧立面。一般有定位轴线的建筑物，宜根据立面图两端轴线的编号来命名，如①~⑰立面图与Ⓐ~Ⓔ立面图等。建筑立面图主要表明建筑物的体型和外貌，以及外墙面的面层材料、色彩、女儿墙的腰线和勒脚等饰面做法，阳台的形式及门窗布置，雨水管的位置等。建筑立面图应画出可见的建筑外轮廓线，建筑构造和构、配件的投影，并注写墙面做法及尺寸和标高。较简单的对称建筑物或对称构、配件，在不影响构造处理和施工的情况下，立面图可绘制一半，并在对称线处画上对称符号。

一、画法特点及要求

1. 比例

建筑立面图的比例通常与平面图相同。

2. 定位轴线

一般立面图只画出两端的定位轴线及编号，以便与平面图对照。

3. 图线

为了突出立面图的表达效果，使建筑物的轮廓清晰、层次分明，通常选用以下线型：最外轮廓线用粗实线（b）表示，室外地坪线用加粗线（1.4b）表示，外轮廓线内所有凸出部位如雨篷、线脚及门窗洞等用中粗实线（0.7b）表示，其他部分用中实线（0.5b）表示。

4. 投影要求

在建筑立面图中，只画出按投射方向的可见部分，不可见部分一律不画。由于比例较小，故按投影很难将立面的所有细部都表达清楚，如门窗等，这些细部都是根据有关图例来绘制的。绘制门窗图例时应注意：只需画出主要轮廓线及分格线，门窗框宜用双线画。

5. 尺寸标注

高度方向的尺寸用标高的形式标注，主要应包括建筑物室内外地坪、出入口地面、门窗洞顶部、檐口、阳台底部、女儿墙压顶及水箱顶部等处的标高。各标高注写在立面图的左侧或右侧且排列整齐。

6. 其他标注

房屋外端面的各部分装饰材料、做法和色彩等用文字说明。

二、读图举例

图 9-12 所示为学生宿舍⑰~①立面图，即北立面图，绘图比例为 1∶100。它反映该建筑的外貌特征及装饰风格。建筑物为七层，入口处在东、西两侧。建筑物不对称，西单元的阳台位于西边，东单元的阳台位于北边。外墙采用涂料加玻璃幕墙饰面，两个楼梯间的外墙用浅蓝色玻璃幕墙，其他地方除阳台及分隔线采用灰色涂料外，都用浅灰白色涂料饰面。屋面配上不锈钢金属护栏及造型特异的屋架，使整个建筑显得典雅、秀气，很有个性。

宿舍楼的外轮廓用粗实线，室外地坪线用加粗线，其他凸出部分用中粗线。门窗、引出线及标高符号等用细实线画出，并用文字简单注明墙面的做法。

室内外地坪、窗台、门窗洞顶、女儿墙压顶和屋架等主要部位的标高注在立面图的右侧，其他不方便标注的局部如雨篷及楼梯间顶等可直接注写在该部位上。

图 9-13 所示为学生宿舍楼①~⑰立面图，即南立面图，绘图比例同图 9-12。南立面呈左右对称形状，每一层设有内阳台，在两单元的接合处预留浅槽。浅槽内置黑色金属管。墙面显得既简洁大方又不单调。外墙装饰的主格调采用浅灰白色涂料饰面，局部地方如七层阳台及阳台分隔线采用灰色涂料饰面。注意图 9-12 与图 9-13 的室外地面标高是不一样的，一个是-0.600m，另一个是-0.200m。

图 9-14 所示为学生宿舍楼Ⓔ~Ⓐ立面图和Ⓐ~Ⓔ立面图，即东立面图和西立面图。其图示特点及饰面做法与图 9-12 相同，在此不赘述。

三、绘图步骤

建筑立面图的绘制一般按图 9-15 所示的步骤进行：

1）画基地线，即按尺寸画出房屋的横向定位轴线和层高线。注意横向定位轴线与平面图保持一致。



图 9-12 学生宿舍⑰~①立面图



图 9-13 学生宿舍楼①~⑰立面图

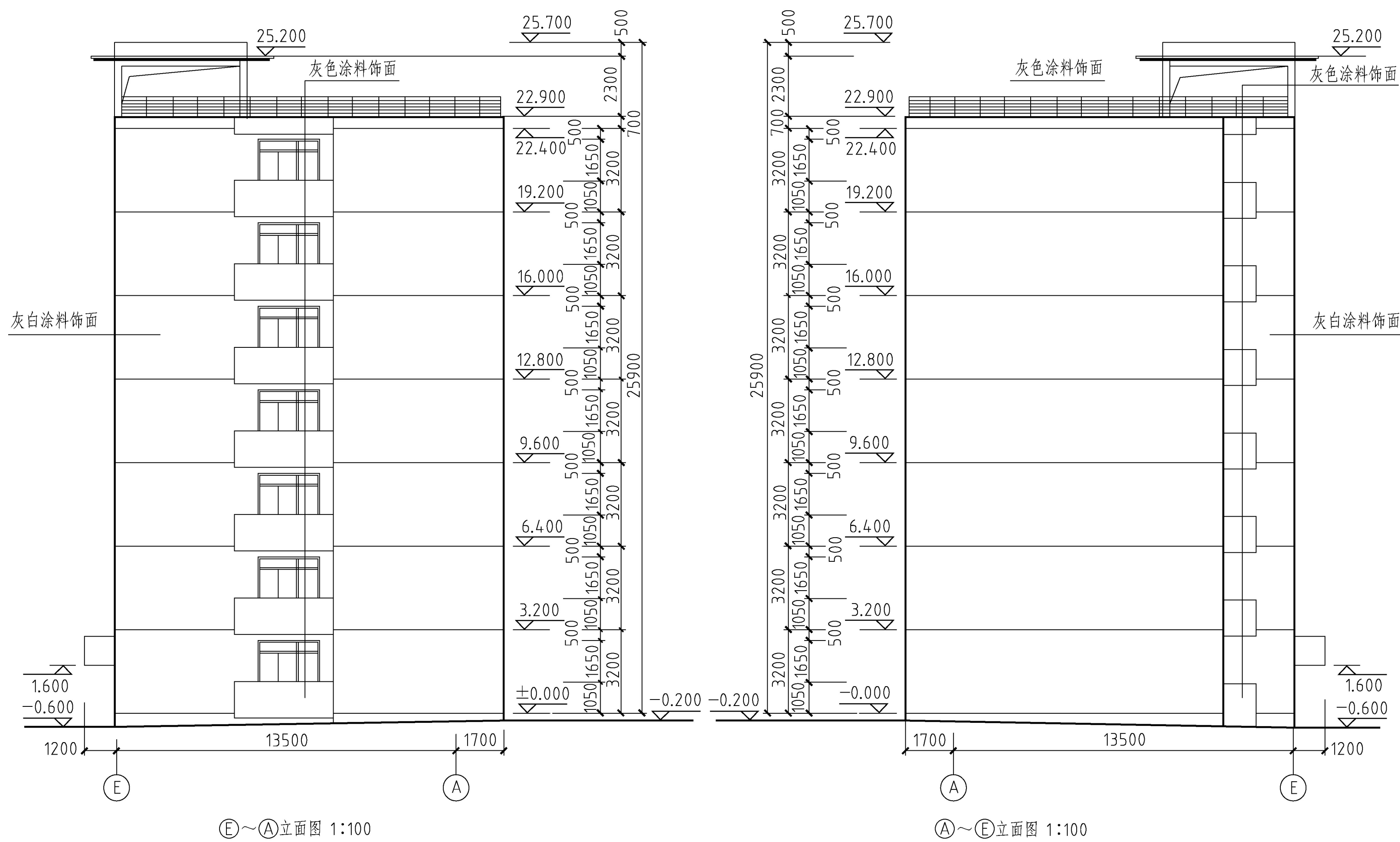


图 9-14 学生宿舍楼Ⓔ～Ⓐ立面图和Ⓐ～Ⓔ立面图



图 9-15　立面图的画图步骤

2）画墙轮廓线和门窗洞线。

3）按规定画门窗图例及细部构造，并标注标高尺寸和文字说明等。

第五节　建筑剖面图

建筑剖面图指的是建筑物的垂直剖面图，即用直立平面剖切建筑物所得到的剖面图。它表示建筑物内部垂直方向的主要结构形式、分层情况、构造做法及组合尺寸。剖面图的剖切位置应根据图样的用途或设计深度在平面图上选择，一般选择能反映外貌和构造特征，以及有代表性的部位。根据房屋的复杂程度和实际需要，剖面图可绘制一个或数个，如果房屋局部构造有变化，还可以加画局部剖面图。剖切符号一般只在底层平面图中画出。

一、画法特点及要求

1. 比例

剖面图的比例宜与建筑平面图一致。

2. 定位轴线

画出剖面图两端的轴线及编号以便与平面图对照，有时也可注写中间位置的轴线。

3. 图线

剖切到的墙身轮廓画粗实线（b）；楼层、屋顶层在 1∶100 的剖面图中只画两条粗实线（b），在 1∶50 的剖面图中宜在结构层上方画一条作为面层的中粗实线（$0.7b$）；而下方板底粉刷层不表示；室内外地坪线用加粗实线（$1.4b$）表示。可见部分的轮廓线如门窗洞、踢脚线、楼梯栏杆、扶手等画中粗实线（$0.7b$），引出线、标高符号等用中实线（$0.5b$）画出，图例填充线、家具线、纹样线用细实线（$0.25b$）画出。

4. 投影要求

剖面图中除了要画出被剖切到的部分，还应画出投射方向能看到的部分。室内地坪以下的基础部分一般不在剖面图中表示，而在结构施工图中表达（如有基础墙，则可用折断线隔开）。

5. 图例

门窗按规定图例绘制，砖墙、钢筋混凝土构件的材料图例与建筑平面图相同。

6. 尺寸标注

一般沿外墙标注三道尺寸线。最外面一道从室外地坪到女儿墙压顶，是室外地面以上的总高尺寸；第二道为层高尺寸；第三道为勒脚高度、门窗洞高度、洞间墙高度以及出口厚度等细部尺寸，这些尺寸应与立面图吻合。另外，还需要用标高符号标出各层楼面、楼梯休息平台等处的标高。

7. 其他标注

某些局部构造表达不清楚时可用索引符号引出，另绘详图。细部如地面、楼面的做法，可用多层构造引出标注。

二、读图举例

图 9-16 所示为学生宿舍楼剖面图，它是按图 9-5 首层平面图中 1—1 剖切位置绘制的。

1—1 剖面通常都选择在通过楼梯间及门窗洞和内部结构比较复杂或有变化的部位。如果一个剖切平面不能满足上述要求时，可采用阶梯剖面。

1—1 剖面图的比例为 1∶100。室内外地坪线画加粗线（1.4*b*），地坪线以下的基础部分无需画出。剖切到的楼面、屋顶画两条粗实线（*b*）；剖切到的钢筋混凝土梁、楼梯均涂黑表示。每层楼梯由两个梯段和一个缓步台（休息平台）组成，称为双跑楼梯。楼层高 3.2m。一层入口处的雨篷因结构需要而与一层缓步台连为一体，其底标高为 1.600m。为了方便通行，将底层室内地面提高 0.50m，由三级踏步过渡到室外。楼梯间顶部高出屋面，通过楼梯间可以直达屋面休闲区。标注尺寸时，外面一道总高尺寸应一直注到楼梯间顶的女儿墙处。1—1 剖面图中还画出未剖到而可见的梯段、屋面护栏等。

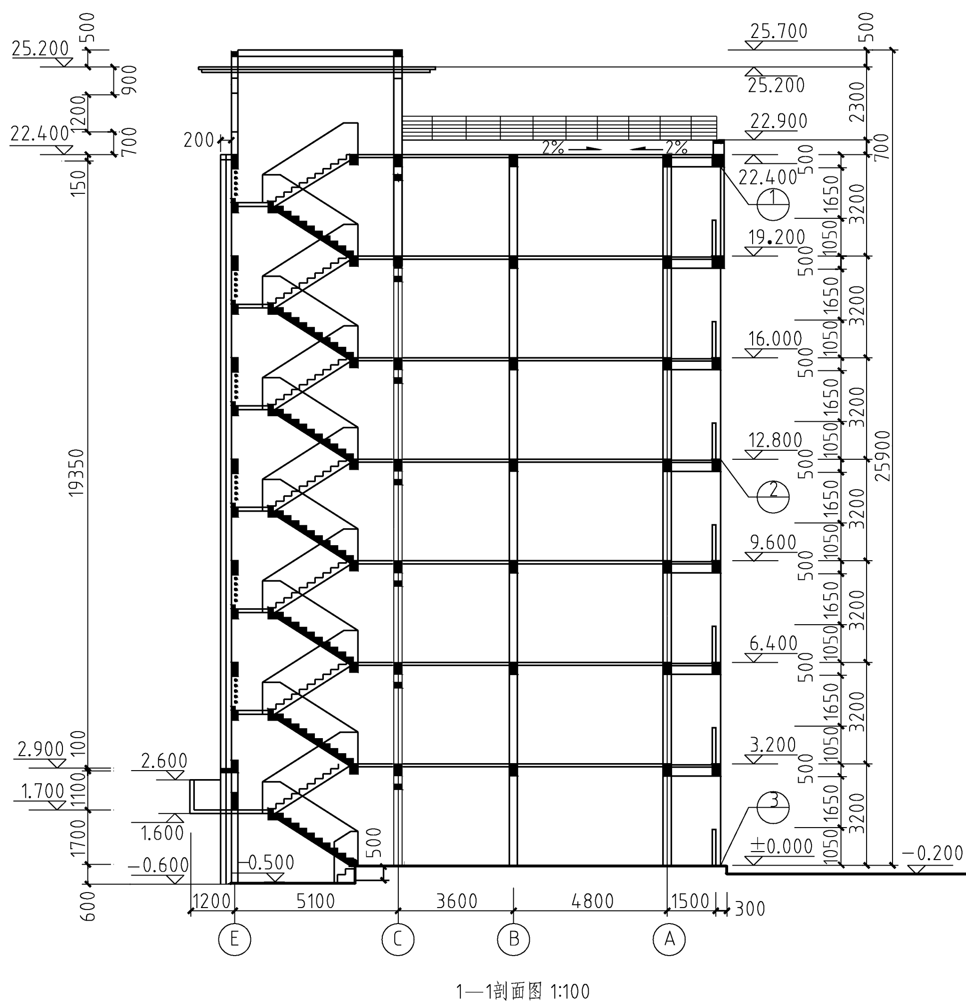


图 9-16　学生宿舍楼剖面图

三、绘图步骤

建筑剖面图的绘制一般按图 9-17 所示的步骤进行：

1）画基准线，即按尺寸画出房屋的横向定位轴线和层高线，要注意横向定位轴线与平

面图保持一致。

2）画墙及构、配件的轮廓和门窗洞线。

3）按规定画门窗图例、细部构造并标注尺寸、标高和文字说明等。

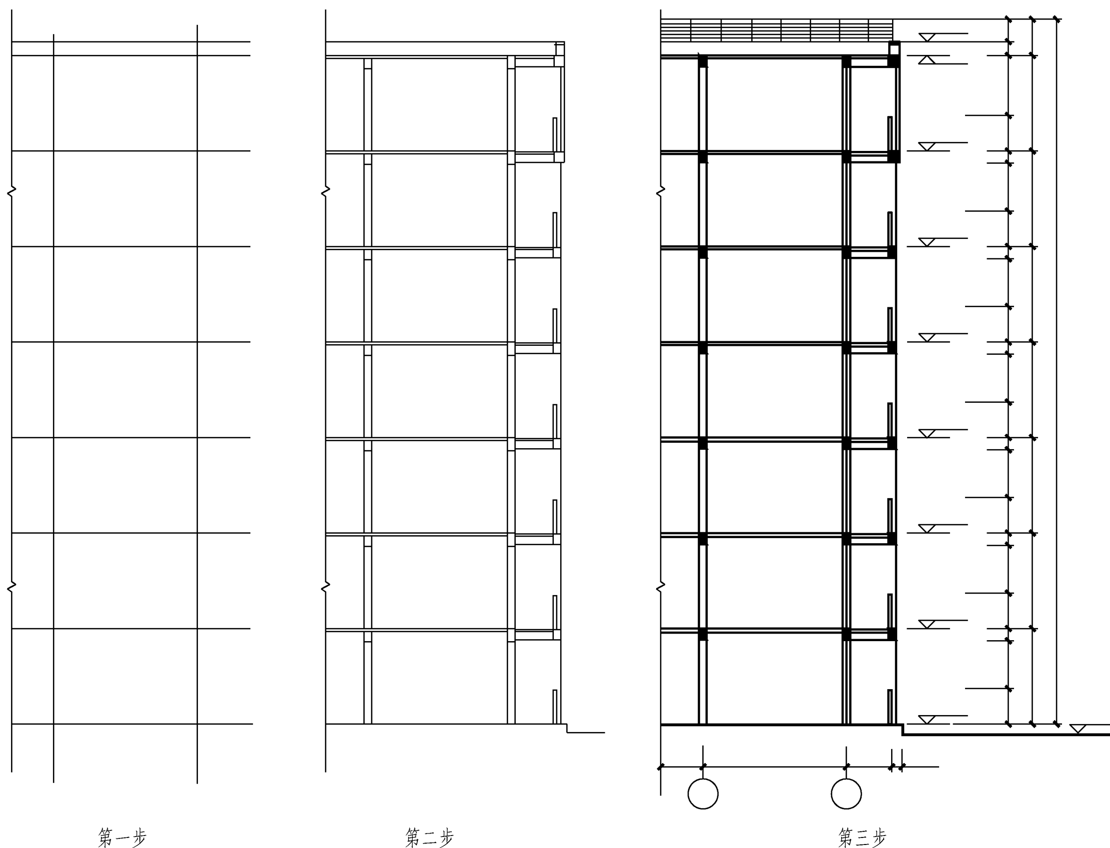


图 9-17 建筑剖面图的画图步骤

第六节 建 筑 详 图

建筑平面图、建筑立面图和建筑剖面图是房屋建筑施工的主要图样，它们已将房屋的整体形状、结构及尺寸等表示清楚了，但是由于画图的比例较小，许多局部的详细构造、尺寸做法及施工要求在图上都无法画出和标注。为了满足施工需要，这些部位必须绘制更大比例的图样才能清楚地表达其细部内容，这种图样称为详图。

作图特点：比例较大，常用 1∶50、1∶25、1∶20、1∶10、1∶5 或 1∶1 等比例绘制；尺寸标注齐全、准确，文字说明具体清楚。如详图采用通用图集的做法，则不必另画，而只需注出图集的名称和详图所在的页数即可。建筑详图所画的节点部位，除了在平面图、立面图、剖面图中的有关部位标注索引符号外，还应在所画详图上绘制详图符号，以便对照查阅。

详图按要求不同，可分成平面详图、局部构造详图和配件构造详图。下面以楼梯详图和外墙剖面节点详图为例，详细加以说明。

一、楼梯详图

通常楼梯为双跑平行楼梯，每层由两个梯段和一个缓步台组成，如图 9-18 所示。显然在 1：100 或更小的比例图中是无法清晰表示其构造和尺寸的，故必须画出详图。楼梯详图包括楼梯的平面图、剖面图及节点详图，主要表示楼梯的类型、结构、尺寸，以及梯段的形式和栏杆的材料及做法等。

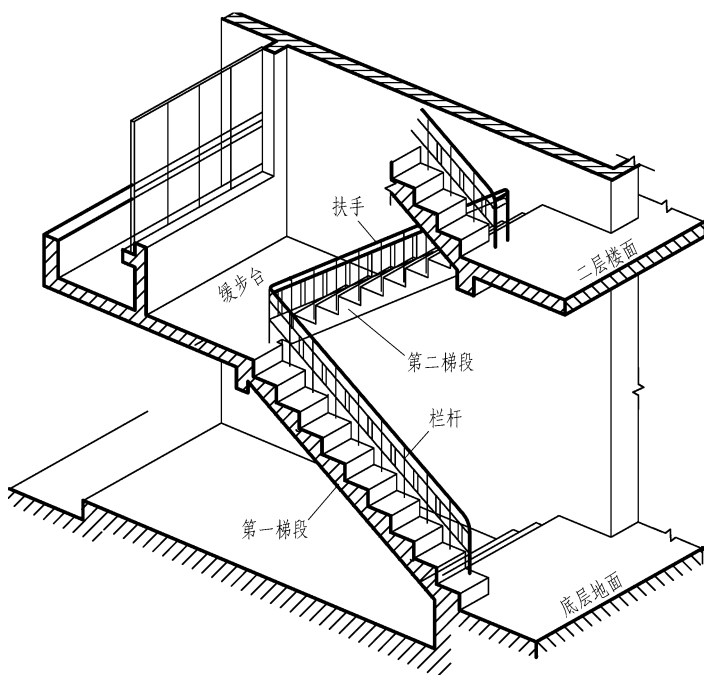


图 9-18　楼梯立体图

图 9-19 所示为学生宿舍楼梯平面详图和剖面详图，比例均为 1：50。楼梯间宽度为 2600mm，每一梯段的宽度为 1200mm。楼梯每级踏步宽均为 260mm；楼梯每级踏步的高除一层的梯段为 170mm，第二梯段为 150mm 外，其他各层楼梯踏步高均为 160mm。每层踏步数为 20 级，缓步台的宽度为 1300mm。

楼梯平面详图实质上是楼梯间的水平剖面图，剖切高度在每层的第一梯段的适当位置，按规定图中用曲折断线表示。在平面图中，梯段的水平长度应为踏步数减去 1 之后乘以踏步宽的积，如二～七层有 10 级，应注写为“260×9＝2340”，其他各层标注均类似。顶层平面图未剖切到楼梯，而是从顶层（屋面）向下投影。

楼梯剖面图是楼梯间的垂直剖面图。表示剖切位置的剖切符号常标注在楼梯详图的一层平面图中，如图 9-19 中 1—1 剖面图的剖切位置标注在图 9—5 中。图中凡是剖到的梯段应按剖开绘制（用涂黑表示），未剖到但投影能看到的梯段则只画出轮廓线。剖面图中梯段的高度尺寸一般是用踏步数乘以踏步高表示的，如底层第一梯段的尺寸标注为“170×10＝1700”，所注尺寸与楼层的标高相符。

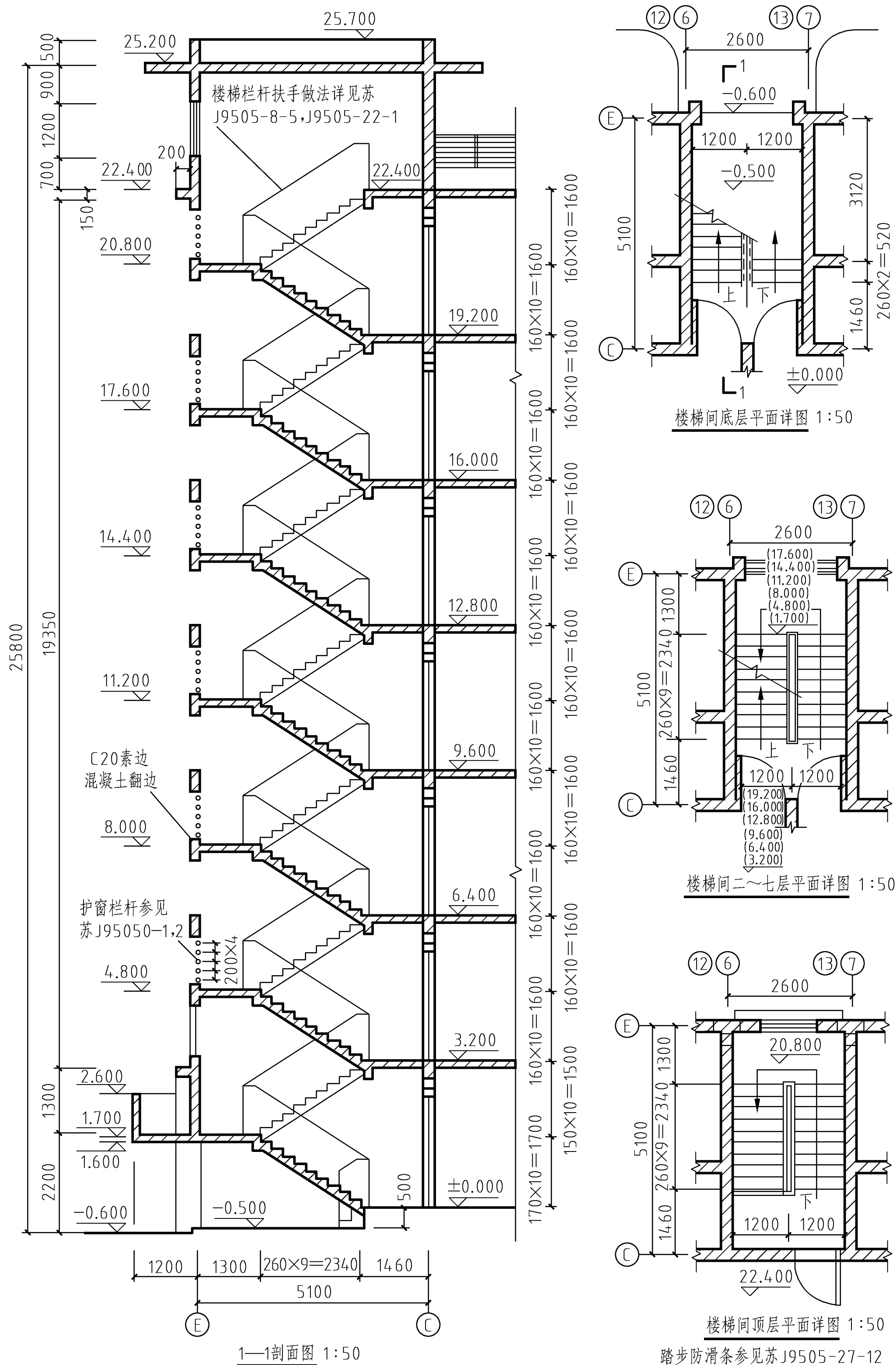


图 9-19　学生宿舍楼梯平面详图和剖面详图

楼梯节点详图包括踏步、金属栏杆、扶手和防滑条的有关尺寸及具体做法。因其参照标准图集苏 J95050-8-5、苏 J95050-22-1 和苏 J95050-27-12 制作，所以这里没有画出。

二、外墙剖面节点详图

外墙是建筑物的主要部件，很多构件与外墙相交，因此正确反映它们之间的关系很重要。外墙剖面节点的位置较明显，一般不需要标注剖切位置。外墙剖面节点图通常采用 1∶10 或1∶20 的比例绘制。图 9-20 所示是学生宿舍楼Ⓐ轴线处外墙剖面节点详图。

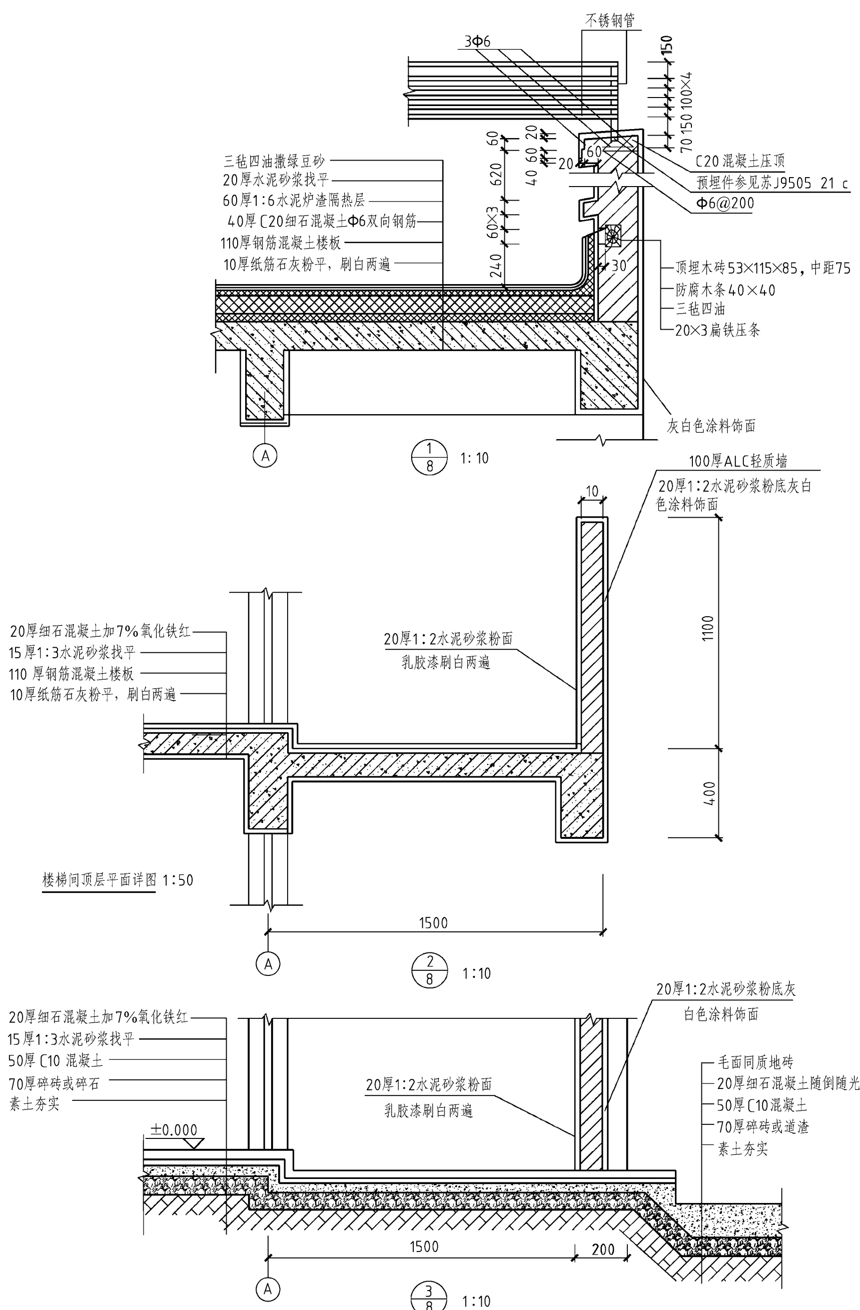


图 9-20　学生宿舍楼Ⓐ轴线处外墙剖面节点详图

1）详图①是屋顶外墙剖面节点（对应图 9-16），它表明屋面与女儿墙的关系和做法。屋面做法用多层构造引出线标注。引出线应通过各层，文字说明按构造层次依次注写。本例是卷材屋面，110mm 厚屋面板上现浇 C20 细石混凝土，另加Φ6 的双向钢筋，然后铺 1∶6 水泥炉渣保温层，20mm 厚水泥砂浆抹光，上铺三毡四油。屋面与女儿墙相接处应防止雨水渗漏。具体做法是先在女儿墙上预埋间距为 750mm 的木砖，木砖上钉 40mm×40mm 的防腐木条，再用 20mm×3mm 的扁铁压条将油毡固定在防腐木条上。女儿墙顶部粉刷时，内侧做成斜口式滴水，以免雨水通过女儿墙侵蚀屋面，再由缝隙渗到室内。

2）详图②是地面阳台剖面节点（对应图 9-16），它表明了阳台与楼面的关系及阳台与楼地面的做法。阳台墙为 100mm 厚的 ALC 轻质墙，距Ⓐ轴线 1500mm。其内侧先用 20mm 厚的 1∶2 水泥砂浆抹平，然后用乳胶漆刷白两遍；外侧用 20mm 厚的 1∶2 水泥砂浆抹平，然后用铅灰色涂料饰面。阳台地面比室内地面低 20mm，做法同楼地面。楼地面的做法为多层构造，按层次注写说明：110mm 厚现浇钢筋混凝土楼板上用 15mm 厚 1∶3 水泥砂浆找平，然后用 20mm 厚的细石混凝土加 7%的氧化铁红做面层。

3）详图③是底层室内地面和阳台及室外的剖面节点（对应图 9-16），它表明底层室内地面和阳台及室外地坪的做法及相互关系。底层地面的做法：先将素土夯实，铺 70mm 厚碎砖或碎石；然后浇筑 50mm 厚的 C10 混凝土，并用 15mm 厚 1∶3 水泥砂浆找平；再做 20mm 厚的细石混凝土加 7%氧化铁红的面层。

以上各节点的位置均标注在图 9-19 所示的 1—1 剖面图中，可以对照阅读。外墙从上至下有许多节点，但基本上只有这三种类型，故只画出这三处详图作为通用图。

思　考　题

1. 建筑施工图包括哪些内容？
2. 建筑总平面图的一般内容有哪些？
3. 建筑平面图的画法特点及要求是什么？
4. 建筑立面图的画法特点及要求是什么？建筑立面图的绘图步骤有哪些？
5. 建筑剖面图的画法特点及要求是什么？有哪些绘图步骤？
6. 建筑详图的作用是什么？其内容包括哪些方面？

第十章

建筑结构施工图

第一节　概　　述

在房屋设计中，除了要进行建筑设计并画出建筑施工图外，还需要进行结构设计并画出结构施工图。建筑施工图主要反映建筑的内部布局、外部造型及详细的节点构造，但对于房屋的受力构件是如何进行组合的，这部分内容在建筑施工图中并没有表述，而是需要由结构施工图来完成。

一、结构施工图的内容和分类

结构施工图是在结构设计的基础上绘制出来的表达房屋承重构件情况的图样。结构设计是根据建筑的要求对房屋进行结构选型、构件布置，然后通过结构计算来获得各承重构件的形状、大小、材料及内部构造的过程。结构施工图除了表示建筑物各承重构件（如基础、承重墙、柱、梁、板等）的布置、形状、大小、材料、构造及相互关系（图 10-1）外，还要反映出其他专业（如建筑、给水排水、电气、暖通等）对结构的要求。

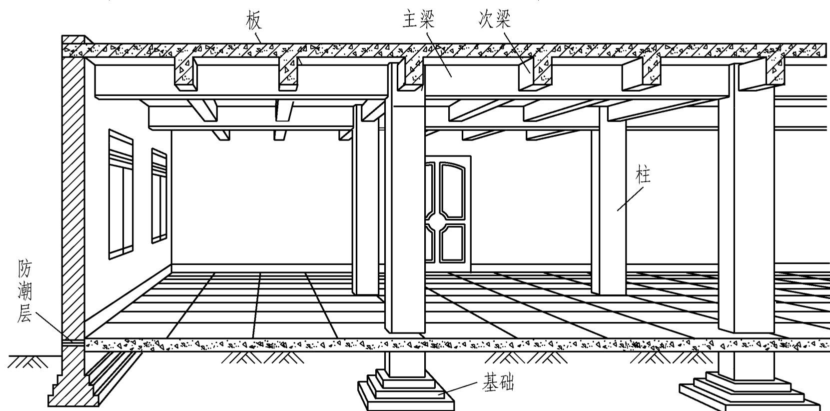


图 10-1　钢筋混凝土结构示意图

一套完整的结构施工图一般包括结构施工说明、结构布置图和结构构件详图等。

1. 结构施工说明

在一整套结构施工图之前一般会有一张结构施工说明，它用于对结构施工图样中未表达

清楚的部分做进一步的文字说明。

2. 结构布置图

结构布置图是指房屋承重结构的整体布置图，主要表示结构件的位置、数量、型号及相互关系。房屋的结构布置按需要可用结构平面图、结构立面图和结构剖面图表示，其中结构平面图较常使用（如基础平面布置图、楼层结构平面图、屋面结构平面图及柱网平面图等）。结构施工图一般根据其表述的部位，又可细分为基础图和上部结构布置图。基础图主要用来表达地面以下基础部位的结构布置和构造大样，而上部结构布置图则主要用来表达地面以上部分的结构布置。

3. 结构构件详图

结构构件详图是表示单个构件形状、尺寸、材料、构造及工艺的图样（如基础详图、柱详图、梁详图及板详图等），主要用来对一些节点的构造情况采用较大的比例绘制，与结构布置图配合使用。

二、结构施工图的有关规定

绘制结构施工图除应遵守《房屋建筑制图统一标准》（GB/T 50001—2017）中的基本规定外，还必须遵守《建筑结构制图标准》（GB/T 50105—2010）中的有关规定。

1. 图线

结构施工图的每张图样应根据复杂程度与比例大小，先选用适当的基本线宽度 b，再选用相应的线宽组。图线宽度 b，应按《房屋建筑制图统一标准》（GB/T 50001—2017）中“图线”的规定选用。在同一张图样中，相同比例的各图样，应选用相同的线宽组。

结构施工图中各种图线的用法见表 10-1。

表 10-1 结构施工图中各种图线的用法

名 称	线宽	一般用途
粗实线	b	螺栓、钢筋线、结构平面图中的单线结构构件线，钢木支撑线及系杆线，图名下横线、剖切线
中实线	$0.5b$	结构平面图及详图中剖到或可见的墙身轮廓线，基础轮廓线，可见的钢筋混凝土构件轮廓线，钢筋线
细实线	$0.25b$	尺寸线、标出引出线、标高符号，索引符号
粗虚线	b	不可见的钢筋线、螺栓线，结构平面图中不可见的单线结构构件线及钢、木支撑线
中虚线	$0.5b$	结构平面图中的不可见构件、墙身轮廓线及不可见钢、木构件轮廓线，不可见钢筋线
细虚线	$0.25b$	基础平面图中的管沟轮廓线，不可见的钢筋混凝土构件轮廓线
粗单点长画线	b	柱间支撑，垂直支撑，设备基础轴线图中的中心线
细单点长画线	$0.25b$	中心线，对称线，定位轴线，重心线
粗双点长画线	b	预应力钢筋线
细双点长画线	$0.25b$	原有结构轮廓线
折断线	$0.25b$	断开界限
波浪线	$0.25b$	断开界限

2. 比例

绘制结构施工图时，应根据图样的用途与被绘物体的复杂程度优先选用表 10-2 中的常

用比例，特殊情况下也可以选用表 10-2 中的可用比例。当构件的纵、横向尺寸相差悬殊时，也可以在同一详图中在纵、横向选用不同比例绘制。在一张图样中，轴线尺寸与构件尺寸也可选用不同的比例绘制。

表 10-2　结构施工图的比例

图　　名	常 用 比 例	可 用 比 例
结构平面图及基础平面图	1∶50,1∶100,1∶150	1∶60,1∶200
圈梁平面图,总图中管沟、地下设施等	1∶200,1∶500	1∶300
详图	1∶10,1∶20,1∶50	1∶5,1∶25,1∶30

3. 构件代号

结构施工图中布置了多种结构构件。为了方便阅读和简化标注，构件名称宜用代号表示。代号后应用阿拉伯数字标注该构件的型号或编号，也可为构件的顺序号。构件的顺序号采用不带角标的阿拉伯数字连续编排。常用的构件代号见表 10-3。

当采用标准、通用图集中的构件时，应用该图集中的规定代号或型号注写。

表 10-3　常用的构件代号

序号	名称	代号	序号	名称	代号	序号	名称	代号
1	板	B	19	圈梁	QL	37	承台	CT
2	屋面板	WB	20	过梁	GL	38	设备基础	SJ
3	空心板	KB	21	连系梁	LL	39	桩	ZH
4	槽形板	CB	22	基础梁	JL	40	挡土墙	DQ
5	折板	ZB	23	楼梯梁	TL	41	地沟	DG
6	密肋板	MB	24	框架梁	KL	42	柱间支撑	ZC
7	楼梯板	TB	25	框支梁	KZL	43	垂直支撑	CC
8	盖板或沟盖板	GB	26	屋面框架梁	WKL	44	水平支撑	SC
9	挡雨板或檐口板	YB	27	檩条	LT	45	梯	T
10	吊车安全走道板	DB	28	屋架	WJ	46	雨篷	YP
11	墙板	QB	29	托架	TJ	47	阳台	YT
12	天沟板	TGB	30	天窗架	CJ	48	梁垫	LD
13	梁	L	31	框架	KJ	49	预埋件	M
14	屋面梁	WL	32	刚架	GJ	50	天窗端壁	TD
15	吊车梁	DL	33	支架	ZJ	51	钢筋网	W
16	单轨吊车梁	DDL	34	柱	Z	52	钢筋骨架	G
17	轨道连接	DGL	35	框架柱	KZ	53	基础	J
18	车挡	CD	36	构造柱	GZ	54	暗柱	AZ

注：1. 预制混凝土构件、现浇混凝土构件、钢构件和木构件，一般可以采用本表的构件代号。在绘图中，除混凝土构件可以不注明材料代号外，其他材料的构件可在构件代号前加注材料代号，并在图样中加以说明。
2. 预应力混凝土构件的代号，应在构件代号前加注“Y”，如 Y-DL 表示预应力混凝土吊车梁。

4. 投影方法

结构施工图应采用正投影法绘制，特殊情况下也可采用仰视投影绘制。在结构平面图中，构件应采用轮廓线表示，如能用单线表示清楚，也可用单线表示。

5. 定位轴线

结构施工图是建筑施工图的配合图，所以结构施工图上的轴线编号应与建筑施工图相同部位的轴线编号对应一致。

6. 尺寸标注

结构施工图是在建筑施工图的基础上绘制出来的，故结构施工图中与建筑施工图相关部分的尺寸应相符，但不完全相同。结构施工图中所标注的尺寸是结构尺寸，即不包括粉刷层或面层的厚度尺寸；结构施工图中的标高标注的是结构标高，即不包括找平层和面层的厚度尺寸。

第二节　钢筋混凝土结构的基本知识及图示方法

一、钢筋混凝土结构的基本知识

1. 钢筋混凝土的概念

（1）混凝土　混凝土是由水泥、砂、石子和水按一定比例混合，经搅拌、浇筑、凝固及养护而制成的。用混凝土制成的构件又称为刚性构件，它的特点是抗压强度高，而抗拉、抗弯和抗剪强度低。

（2）钢筋混凝土　为了提高构件的承载能力，在混凝土构件的受拉区内配置一定数量的钢筋，由钢筋和混凝土两种材料来共同承受荷载的构件，称为钢筋混凝土构件。钢筋混凝土构件又称为柔性构件，它的特点是抗压、抗拉、抗弯及抗剪性能都很好。

2. 混凝土等级、钢筋品种及符号

混凝土按其抗压强度划分为不同的等级。普通混凝土一般可分为 C15、C20、C25、C30、C35、C40、C45、C50、C55、C60、C65、C70、C75、C80 共 14 个等级，有关的数字为其名义抗压强度，以 N/mm^2 为单位。多数情况下，名义抗压强度并不等于混凝土的实际抗压强度，而是与实际抗压强度接近的一个数值。但名义抗压强度基本上可以反映出混凝土的等级。混凝土的名义抗压强度越高，其等级也就越高。

混凝土结构中使用的钢材按化学成分，可分为碳素钢及普通低合金钢两大类；按表面形状可分为光圆钢筋和变形钢筋。钢筋的主要品种有热轧钢筋、中强度预应力钢丝、钢绞线、消除应力钢丝、预应力螺纹钢筋以及冷加工钢筋等。热轧钢筋主要用于钢筋混凝土结构中；中强度预应力钢丝、消除应力钢丝、钢绞线、预应力螺纹钢筋等主要用于预应力混凝土结构中。冷加工钢筋是由热轧钢筋和盘条经冷拉、冷拔、冷轧、冷扭加工而成的。冷加工的目的是提高钢筋强度，节约钢材。但经冷加工后，钢筋的伸长率降低，尤其是用于预应力混凝土构件中，易发生脆性断裂。普通热轧钢筋及预应力筋的符号及强度分别见表 10-4 和表 10-5。

3. 钢筋的种类及作用

钢筋按其在构件中所起的作用不同，可分为受力筋、箍筋、构造筋三种，如图 10-2 所示。

（1）受力筋　也称纵筋、主筋，可承受拉力、压力或扭力，承受拉力的纵筋称为受拉筋，承受压力的纵筋称为受压筋，承受扭力的纵筋称为抗扭纵筋。

（2）箍筋　用以固定纵筋的位置并承受剪力或扭力的钢筋。

（3）构造筋　因构造要求或钢筋骨架需要配置的钢筋，如架力筋及分布筋等。

表 10-4　普通热轧钢筋的符号及强度

牌　号	符　号	公称直径 d/mm	屈服强度标准值 f_{yk}/MPa	极限强度标准值 f_{stk}/MPa
HPB300	Φ	6～22	300	420
HRB335 HRBF335	Φ $Φ^{F}$	6～50	335	455
HRB400 HRBF400 RRB400	Φ $Φ^{F}$ $Φ^{R}$	6～50	400	540
HRB500 HRBF500	Φ $Φ^{F}$	6～50	500	630

注：H、R、P、B 分别为热轧、带肋、光圆、钢筋四个词的英文首字母，F 为细粒晶体的意思，如 HPB 为热轧光圆钢筋，HRB 为热轧带肋钢筋，RRB 为余热处理钢筋。

表 10-5　预应力筋的符号及强度

种　类		符　号	公称直径 d/mm	屈服强度标准值 f_{pyk}/MPa	极限强度标准值 f_{ptk}/MPa
中强度预应力钢丝	光面 螺旋肋	$Φ^{PM}$ $Φ^{HM}$	5、7、9	620	800
				780	970
				980	1270
预应力螺纹钢筋	螺纹	$Φ^{T}$	18、25、32、40、50	785	980
				930	1080
				1080	1230
消除应力钢丝	光面	$Φ^{P}$	5	—	1570
				—	1860
			7	—	1570
	螺旋肋	$Φ^{H}$	9	—	1470
				—	1570
钢绞线	1×3（三股）	$Φ^{S}$	8.6、10.8、12.9	—	1570
				—	1860
				—	1960
	1×7（七股）		9.5、12.7、15.2、17.8	—	1720
				—	1860
				—	1960
			21.6	—	1860

注：极限强度标准值为 1960N/mm² 的钢绞线用作后张预应力配筋时，应有可靠的工程经验。

4. 钢筋的保护层和弯钩

由于钢筋直接放在空气中容易发生锈蚀，故将钢筋放在混凝土中可以起到防锈作用。为了保证钢筋与混凝土之间的粘结力，钢筋纵筋外缘到构件表面应保持一定的厚度，这部分混凝土称为保护层。

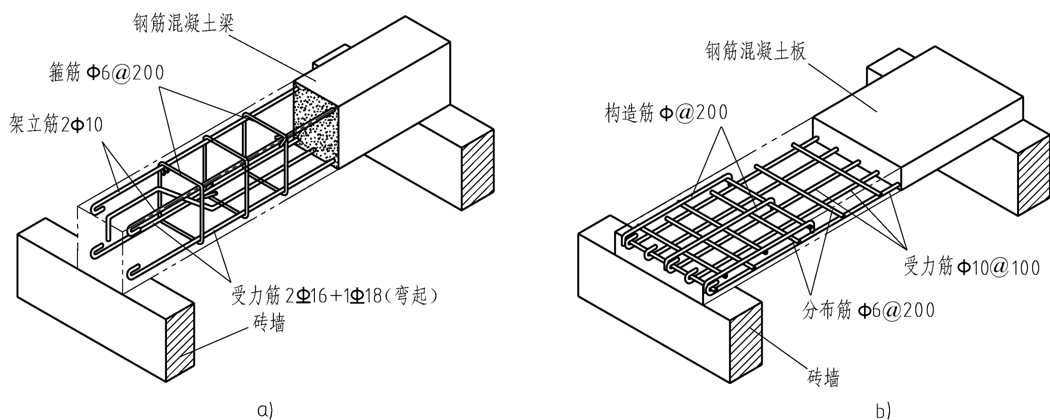


图 10-2　钢筋混凝土构件的钢筋种类

a）钢筋混凝土梁　b）钢筋混凝土板

保护层的厚度一般不宜过大也不宜过小。保护层的厚度过大，钢筋无法及时发挥作用，将导致混凝土缝隙过大；保护层的厚度过小，起不到保护钢筋的作用。保护层的厚度如在图样注明，则按图样上规定取值；如图样上不标注，则按规范规定取值。规范中关于混凝土保护层最小厚度的规定见表 10-6。

表 10-6　混凝土保护层最小厚度　（单位：mm）

环 境 类 别	板、墙、壳	梁、柱、杆
一	15	20
二 a	20	25
二 b	25	35
三 a	30	40
三 b	40	50

注：1. 混凝土强度等级不大于 C25 时，表中保护层厚度应增加 5mm。
2. 钢筋混凝土基础宜设置混凝土垫层，基础中钢筋的混凝土保护层厚度应从垫层顶面算起，且不应小于 40mm。

钢筋按其外形特征可分为光圆钢筋和螺纹钢筋两大类。如果是光圆钢筋（指钢筋的表面很光滑，没有凹凸不平），则为了加强钢筋与混凝土之间的粘结力，钢筋端部常做成弯钩（如果光圆钢筋用作受力主筋，规范要求端部一定要做弯钩），弯钩的角度有 90°、180°和 135°等形式（弯钩的角度是指钢筋弯转的角度）。螺纹钢筋因钢筋表面有肋纹，一般不一定要做弯钩。图 10-3 所示为常见的几种钢筋弯钩形式。

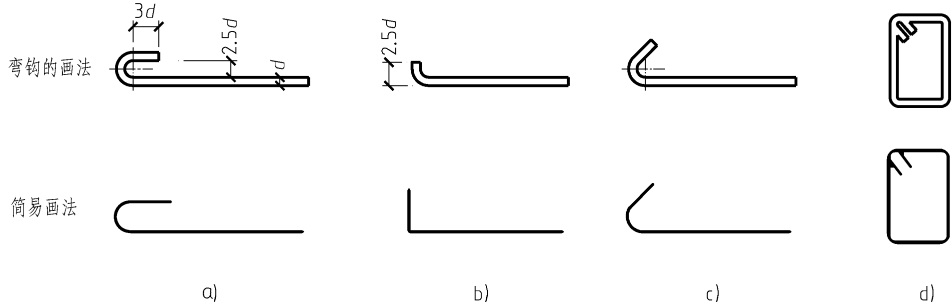


图 10-3　常见的几种钢筋弯钩形式

a）180°弯钩　b）90°弯钩　c）135°弯钩　d）钢箍

二、钢筋混凝土的正投影图示方法

由前述内容可知，钢筋混凝土构件实际上是由钢筋和混凝土两部分组成的一种组合构件，那么表达钢筋混凝土构件就需要对钢筋和混凝土两部分进行分别表达。

混凝土的表达：在钢筋混凝土构件中，混凝土是最终决定构件形状的材料。对于混凝土的表达可以通过正投影图来反映构件的外部形状和尺寸，这种表示构件外部形状和尺寸的图样称为模板图。

钢筋的表达：在钢筋混凝土构件中，不仅要有模板图来表达混凝土的情况，更要有图形来表示混凝土内部的钢筋配置情况，包括钢筋的位置、形状、种类、数量、等级、直径、尺寸及间距等。由于钢筋位于混凝土的内部，采用常用的投影方法是无法反映钢筋的配置情况的。为了能够表达构件内部的钢筋配置情况，在制图中采用假想混凝土是透明体的方法，通过透明的混凝土看构件内部的钢筋，这种表示混凝土内部钢筋配置情况的图样称为配筋图。

1. 模板图

模板图一般包括平面图、立面图和截面图。对于一些外形比较简单的构件（如正方形和矩形构件），在绘制配筋图的过程中就能表达出这些构件的外形（模板图），因此对于这些外形简单的构件一般可以省去模板图，只用配筋图来表达。民用建筑的构件外形一般比较简单，所以在民用建筑的图样中一般是看不到模板图的；而对于工业建筑，它的构件外形一般较复杂，且存在大量的预埋件（比如工业厂房中的牛腿柱等），这时就需要单独绘制模板图来表达构件的外部形状。

2. 配筋图

配筋图一般包括平面图、立面图和截面图，有时还需要画出构件中各种钢筋的单独成形详图并列出钢筋表。配筋图主要用来反映混凝土内钢筋的配置情况。只要是钢筋混凝土构件，就需要绘制配筋图。

（1）钢筋的表示　在配筋图中，为了突出钢筋，构件的轮廓用细实线绘制，混凝土材料图例不画。与视线方向垂直的纵向钢筋采用粗实线、单线条的形式绘制，与视线方向一致的纵向钢筋的截面用粗黑圆点表示。一般钢筋的常用图例见表 10-7。

表 10-7　一般钢筋的常用图例

序号	名　称	图　例	说　明
1	钢筋横截面	●	
2	无弯钩的钢筋端部		该图例中下图表示长、短钢筋投影重叠时，可在短钢筋的端部用 45° 短画线表示
3	带半圆形弯钩的钢筋端部		
4	带直钩的钢筋端部		
5	无弯钩的钢筋搭接		
6	带半圆弯钩的钢筋搭接		
7	带直钩的钢筋搭接		

（2）钢筋的标注　钢筋的标注方法有两种：一种是标注钢筋的根数、级别和直径，例如“3Φ25”中的“3”表示钢筋的根数是三根，“Φ”表示钢筋的型号是 HRB335 级，“25”表示钢筋的直径是 25mm；另一种是标注钢筋的级别、直径和相邻钢筋中心距，如“Φ8@200”中的“Φ”表示钢筋的型号是 HPB300 级，“8”表示钢筋的直径是 8mm，“@”表示相邻中心距符号，“200”表示相邻钢筋中心距的数值为 200mm。

（3）钢筋的编号　构件中的各种钢筋（凡等级、直径、形状及长度等要素不同的）一般均应编号，编号数字写在直径为 6mm 的细线圆中，编号圆宜绘制在引出线的端部，如“——①3Φ25”。

（4）钢筋的画法　在结构施工图中，钢筋的常用画法见表 10-8。

表 10-8　钢筋的常用画法

序号	说　明	图　例
1	在结构层楼板中配置双层钢筋时，底层钢筋弯钩应向上或向左，顶层钢筋弯钩应向下或向右	底层　顶层
2	配置双层钢筋的墙体，在配筋立面图中，远面钢筋的弯钩应向上或向左，近面钢筋的弯钩应向下或向右（JM：近面；YM：远面）	JM　YM　JM　YM
3	如果在断面图中不能清楚地表示钢筋布置，则应在断面图外增加钢筋大样图（如钢筋混凝土墙、楼梯等）	
4	图中所表示的箍筋、环筋等，如布置复杂，应加画钢筋大样及说明	或
5	每组相同的钢筋、箍筋或环筋，可以用粗实线画出其中一根来表示，同时用横穿的细线表示其余的钢筋、箍筋或环筋。横线的两端带斜短画线表示该号钢筋的起止范围	

三、钢筋混凝土正投影构件图举例

1. 现浇钢筋混凝土柱

柱是房屋的主要承重构件，其结构详图包括立面图和截面图，主要是配筋图。如果柱的外形变化复杂或有预埋件，则还应增画模板图。模板图中的预埋件只画位置和编号，具体细部情况另绘详图。柱立面图主要表示柱的高度方向尺寸，柱内的钢筋配置和钢筋截断位置（HPB300 级钢筋用 180°弯钩表示，HPB300 级钢筋以上用 45°斜短画线表示），钢筋搭接区的长度，搭接区内箍筋需要加密的具体数量及与柱有关的梁板。

柱的截面一般为矩形，截面图主要反映截面的尺寸、箍筋的形状和受力筋的位置与数量。截面图的位置应设在截面尺寸有变化及受力筋数量和位置有变化处。

图 10-4 所示为某工业厂房柱 Z1 模板图，图 10-5 所示为某工业厂房柱 Z1 配筋图，由于该柱的外形变化复杂（带牛腿柱）且有预埋件，实际上是由模板图和配筋图两部分组成的。由模板图表达外形，而配筋图则主要用来说明内部的配筋情况。

图 10-4 所示为某工业厂房柱 Z1 模板图，由一张立面图和一张截面图组成。由立面图可以看出，Z1 是一个在 11. 100m 处为分界的变截面柱，在相对标高 5. 980m 处设有一根牛腿。从剖面图对应立面图可以看出，该柱分别在 3. 600m、5. 480m、9. 600m、14. 500m 处设有双侧牛腿。柱身上设有 M-1、M-2、M-3、M-6 四种预埋件。模板图的主要目的是通过平面图、立面图及截面图的投影来表达构件的外部形状。对于预埋件的标注位置与编号以及预埋件的具体情况，并不在楼板图中表示，而是另画详图来表达。

图 10-5 所示为某工业厂房柱 Z1 配筋图，由一张立面图和四张截面图组成。立面图上用

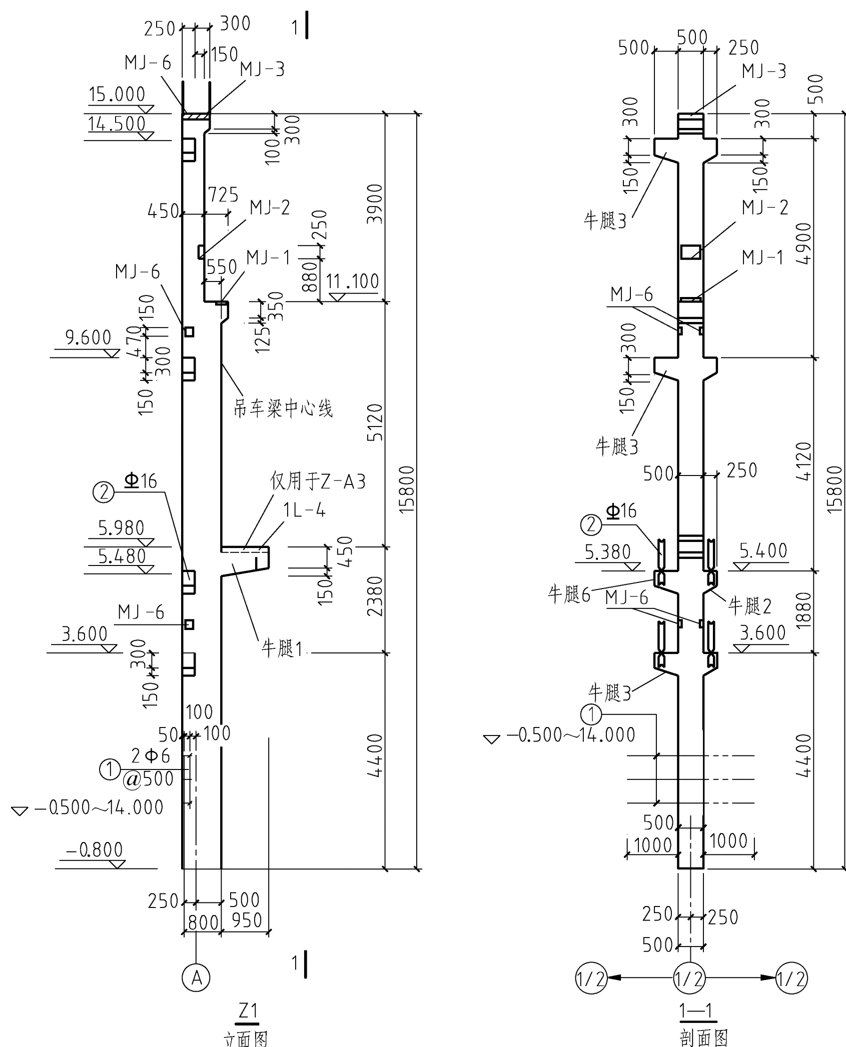


图 10-4　某工业厂房柱 Z1 模板图

投影表达了纵筋的情况，对于箍筋采用标注的方式来表达。将立面图上的纵筋投影与截面图中的纵筋结合起来可以看出，牛腿以下共有①、②、③三种钢筋。①钢筋一直到顶，因钢筋长度不够，在牛腿上部设置了搭接区域；②钢筋到牛腿部位结束；③钢筋到牛腿上部结束，接④钢筋到顶。牛腿部位设⑤、⑥、⑦三种钢筋进行加强，柱顶设⑧钢筋进行加强。

箍筋采用编号表示箍筋的类型，采用标注表示箍筋的配置及排列方式。牛腿以下为双肢箍钢筋⑫和中间拉筋⑩；牛腿部位的箍筋形式一样，但截面大小不一，故需另外编号；牛腿以上因截面较小不再设拉筋，故采用双肢箍筋。

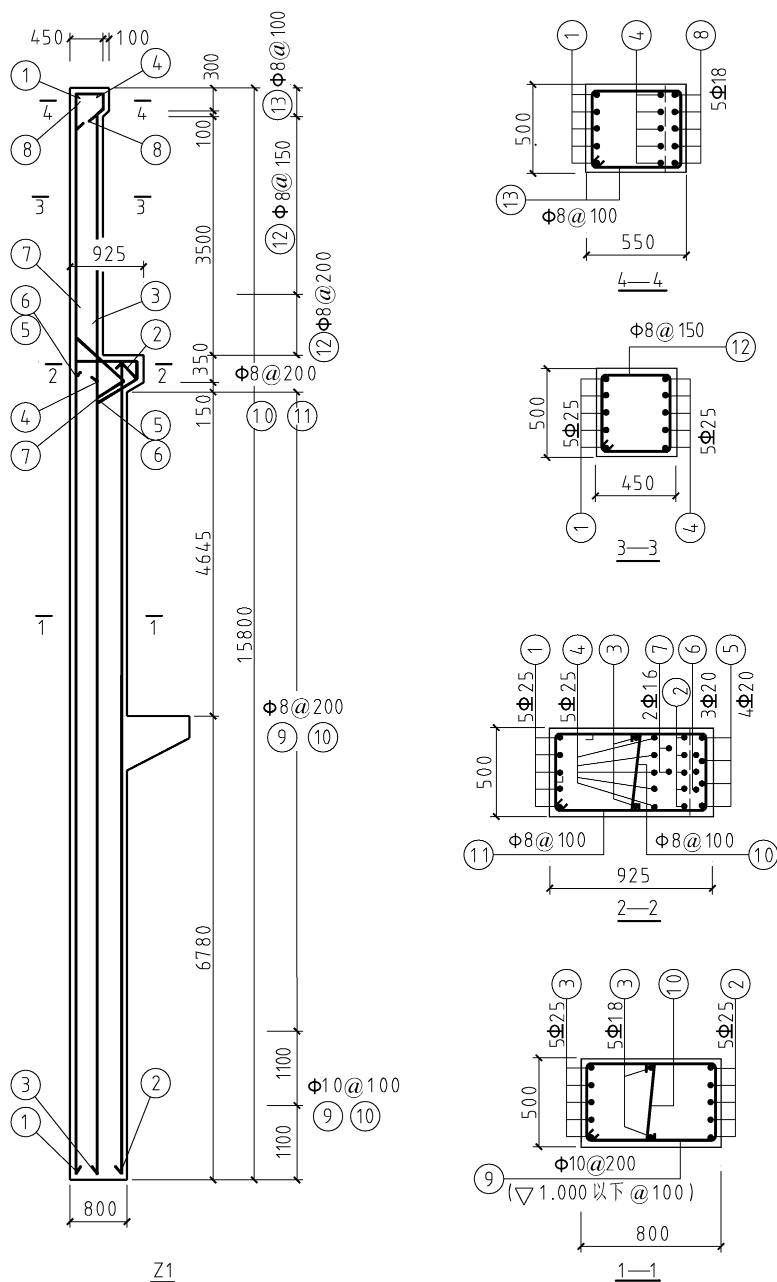


图 10-5　某工业厂房柱 Z1 配筋图

2. 现浇钢筋混凝土梁

梁的结构详图一般包括立面图和截面图。立面图主要表示梁的轮廓、尺寸及钢筋的位置。钢筋既可以全画，也可以只画一部分。如果有弯筋，则应标注弯筋弯起的位置。各类钢筋都应编号，以便与截面图及钢筋表对照。截面图主要表示梁的截面形状、尺寸，箍筋的形式及钢筋的位置。截面图的剖切位置应选择在梁内钢筋数量有变化处。钢筋表附在图样旁边，其内容主要是每一种钢筋的形状、长度、尺寸、规格和数量，以便加工、制作和做预算。对于架内部配筋不太复杂的，可不必附钢筋表。

图 10-6 所示为某办公楼框架梁 KL1 配筋详图。从图中可以看出，此框架梁为 T 形梁，梁上部为两根通长的、直径为 22mm 的 HRB335 级钢筋，下部为两根通长的、直径为 20mm 的 HRB335 级钢筋，还有一根直径为 22mm 的 HRB335 级弯起钢筋。梁的挑耳里配置了两根直径为 6mm 的 HPB300 级纵向钢筋。

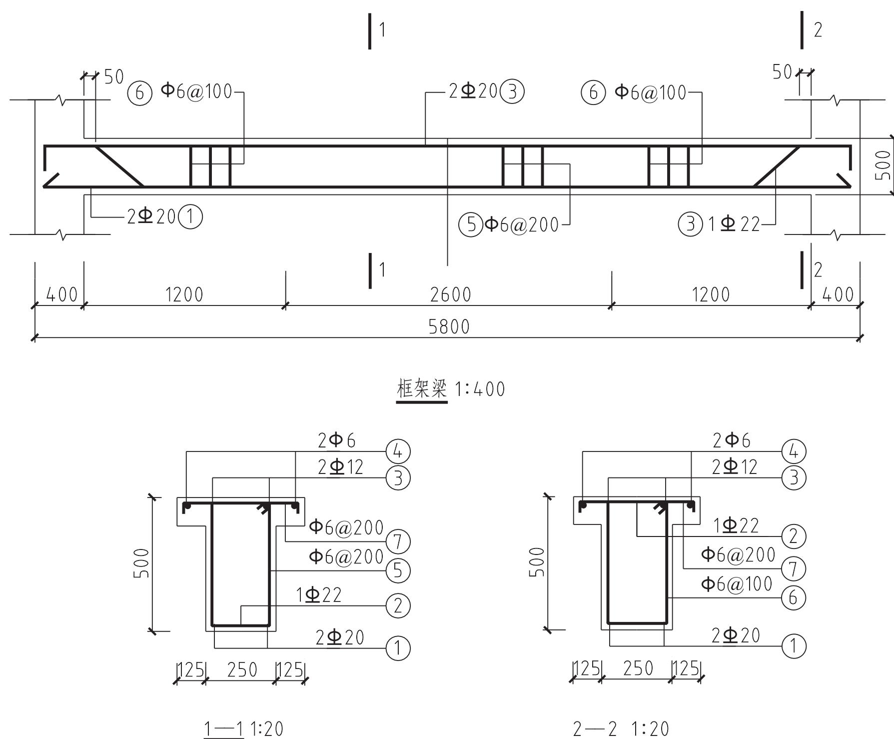


图 10-6　某办公楼框架梁 KL1 配筋详图

3. 现浇钢筋混凝土板

现浇钢筋混凝土板的结构详图常用配筋平面图和截面图表示。配筋平面图可直接在结构平面图上绘制，每种规格的钢筋只需画一根并标出其规格、间距，也可以在结构平面图上画一条对角斜线，在其他图纸上另画配筋平面图。截面图反映板的上、下部钢筋的配筋情况。由于通过有关的钢筋图例可以在平面图上通过钢筋弯钩的朝向来确定钢筋的上、下部位置，因此板的结构详图常只用配筋平面图来表达，配筋截面图省略不画。

板的配筋有分离式和弯起式两种。分离式指的是板的上、下部钢筋分别配置；弯起式指的是位于跨中的下部钢筋到支座处弯起，与梁中的弯起筋相似，一根钢筋既在下部受力，也

在上部受力。图 10-7 所示为某学生宿舍楼现浇板 B1 配筋图，图中采用的是分离式配筋。除Ⓑ轴之外为单向板（一个方向所配钢筋为受力筋，另一方向所配钢筋为构造筋），下部受力筋为Φ6@200，构造筋为Φ6@250，上部支座受力筋分别为①号钢筋和②号钢筋，分布筋为Φ6@250；Ⓐ轴与Ⓑ轴之间的板为双向板（两个方向的钢筋均为受力筋），下部纵向筋为Φ8@150，下部横向筋为Φ8@200，上部支座受力筋分别为③号钢筋和④号钢筋，分布筋为Φ6@250。

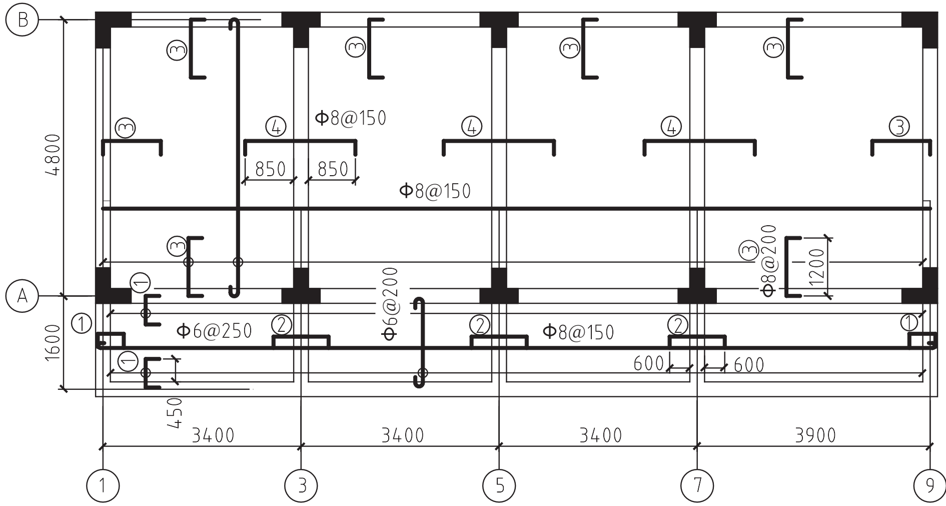


图 10-7　某学生宿舍楼现浇板 B1 配筋图（分布筋Φ6@250）

第三节　楼层结构布置图

一、表达内容和图示方法

楼层结构布置图主要是用平面图的形式来表示每层楼房的承重构件（如柱、梁、板及墙）的布置情况。

楼层结构平面图是从每层楼板面的上方水平剖切后向下投射所得的全剖面视图。

二、画法及要求

1. 比例

一般楼层结构平面图的比例同建筑平面图。

2. 定位轴线

采用与建筑平面一致的轴线编号以便对照查阅。

3. 图线

楼层结构布置图的图线见第九章表 9-1。

4. 投影表达

在结构平面图中，构件应采用轮廓线表示，如能用单线表示清楚，也可用单线表示。

柱和剪力墙：剖切到的柱子、剪力墙涂黑（钢筋混凝土），并注上相应的代号。

梁：板下梁用虚线（不可见）或在其中心位置画粗点画线表示，并注上相应的代号。

板：楼板的表示方法很简单，在铺楼板的区域内画一条对角线，并沿对角线注写楼板的代号，例如 B1（板 1）。

5. 尺寸标注

一般楼层结构平面图只需要标注轴线之间的尺寸，并标注结构标高。

三、结构平面布置图读图举例

图 10-8 所示为某学生公寓标准层结构平面布置图，绘图比例为 1：100。结构平面图是在楼面上方采用一个水平面剖切后得到的。由于该学生公寓二~七层的结构全剖面图一样，故合并在一起表示。从图中可以看出，结构平面布置图表示了剖切到的柱子（涂黑截面），梁采用投影的形式表达；由于是现浇楼板，梁位于板的下方，所以梁的投影使用了虚线。对于不同类型的柱、梁和板，均要进行编号。至于尺寸，主要标注轴线尺寸和楼层结构标高。在结构平面布置图上只有承重构件的平面布置情况，而对于不同类型的承重构件的具体做法，则需另画详图表达。

四、钢筋混凝土结构施工图平面整体表示方法

前面介绍了对于结构施工图需要有结构布置图和结构详图。结构布置图主要表示结构构件的位置、数量、型号及相互关系，而在结构布置图中并没有表达每一种结构构件的形状尺寸和配筋等，后者是通过结构详图来描述的。也就是说另外有一类图样（结构详图）来对结构布置图中的每一种结构构件的模板及配筋情况进行表述。这样绘图的缺点是：

1）绘制配筋图时仍需绘出构件外形，绘图工作出现重复劳动。

2）平面布置图与配筋图分开绘制，识图时存在对照阅读的困难。

由于以上原因，我国建设部于 2000 年 7 月以建设［2000］157 号文下发了“关于批准《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图》等 11 项图集为国家建筑标准设计图集的通知”，在全国范围内推行建筑结构施工图平面整体设计方法（以下简称平法）。

平法的表达形式概括来讲，是把结构构件的尺寸和配筋等按照平面整体表示方法制图规则，整体直接地表达在各类构件的平面布置图上，再与标准构造详图相配合，即构成一套新型完整的结构设计。

1. 平法设计的基本制图规则

（1）平法设计的内容　按平法设计绘制的施工图，一般是由各类结构构件的平法施工图和标准构造详图两大部分构成的，但对于复杂的工业与民用建筑，还需增加模板、开洞和预埋件等平面图。只有在特殊情况下才需增加剖面配筋图。

（2）画图方法　按平法设计绘制施工图时，在按结构（标准）层绘制的平面布置图上直接表示各构件的尺寸、配筋和所选用的标准构造详图。出图时宜按基础、柱、剪力墙、梁、板、楼梯及其他构件的顺序排列。

（3）标注方式　在平面布置图上表示各构件尺寸和配筋，可采用平面注写、列表注写和截面注写三种方式。

（4）构件编号　按平法设计绘制结构施工图时，应将所有构件进行编号。编号中含有类型代号和序号等，其中类型代号的主要作用是指明所选用的标准构造详图。在标准构造详

二～七层结构平面布置图1:100

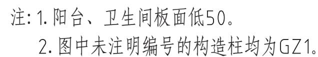

注：1. 阳台、卫生间板面低50。
2. 图中未注明编号的构造柱均为GZ1。

图 10-8　某学生公寓标准层结构平面布置图

图上，也应按其所属构件类型注明代号，以明确该详图与平法施工图中相同构件的互补关系，使两者结合使用。

（5）标注标高及层号　除了表达图形和配筋外，还应当用表格或其他方式注明包括地下和地上各层的结构层的楼（地）面标高（结构标高）、结构层高及相应的结构层号。为施工方便，应将统一的结构层楼面标高和结构层高分别放在柱、墙、梁等各类构件的平法施工图中。

（6）注意事项　为了确保施工人员准确无误地按平法施工图进行施工，在具体工程的结构设计总说明中必须写明以下与平法施工图密切相关的内容：

1）写明本设计图采用的是平面整体表示方法，并注明所选用平法标准图的图集号（如本图集号为 00G101），以免图集版本升级后在施工中使用过期版本。

2）当有抗震设防要求时，应写明抗震设防烈度及结构抗震等级，以明确选用相应抗震等级的标准构造详图；无抗震设防要求时也应写明，以明确选用非抗震的标准构造详图。

3）写明各类构件在其所在部位所选用的混凝土的强度等级和钢筋级别，以确定相应的纵向受拉钢筋的最小锚固长度及最小搭接长度等。

4）写明柱（包括墙柱）、纵筋、墙身分布筋及梁上部贯通筋等在具体工程中需接长时所采用的接头形式及有关要求。必要时还应注明对钢筋的性能要求。

5）对混凝土保护层厚度有特殊要求时，应写明不同部位构件所处的环境条件。

6）当具体工程需要对本图集的标准构造详图做某些变更时，应写明变更的具体内容。

7）当具体工程中有特殊要求时，应在施工图中另加说明。

2. 柱平法施工图制图规则

（1）柱平法施工图的表示方法　柱平法施工图在平面布置图上的表达方式有列表注写和截面注写两种。绘制柱平面布置图时，既可采用适当比例单独绘制，也可与剪力墙平面布置图合并绘制。在柱平面布置图上除了需表达图形外，还应注明各结构层的楼面标高、结构层高及相应的结构层号。

（2）列表注写方式

1）含义。列表注写方式是在柱平面布置图中分别在同一编号的柱中选择一个（有时需要选择几个）截面标注几何参数代号，在柱表中注写柱号、柱段起止标高、几何尺寸（包括柱截面对轴线的偏心情况）与配筋的具体数值，并配以各种柱的截面形状及其箍筋类型图的方式来表达柱平法施工图。

2）包含的内容：

① 注写柱编号。柱编号由类型代号和序号组成，见表 10-9。编号时，当柱的总高、分段截面尺寸和配筋均对应相同，仅在分段截面与轴线的关系不同时，仍可将其编为同一柱号，如 KZ1。

② 注写各段柱的起止标高。应自柱根部往上以变截面位置或截面未变但配筋改变处为界分段注写。框架柱和框支柱的根部标高是指基础顶面标高；梁上柱的根部标高是指梁顶面标高。剪力墙上柱的根部标高分为两种：当柱纵筋锚固在墙顶面时，其根部标高为墙顶面标高；当柱与剪力墙重叠于一层时，其根部标高为墙顶面往下一层的结构层楼面标高。

③ 注写柱截面尺寸 $b \times h$ 及与轴线关系的几何参数代号 b_1、b_2 和 h_1、h_2 的具体数值，须对应于各段柱分别注写。其中，$b = b_1 + b_2$，$h = h_1 + h_2$。当截面的某一边收缩变化至与轴线重合或偏到轴线的另一侧时，b_1、b_2 和 h_1、h_2 中的某项为零或负值；对于圆柱，表中 $b \times h$ 一栏

改为在圆柱直径数字前加“d”表示。为表达简单，圆柱截面与轴线的关系也用 b_1、b_2 和 h_1、h_2 表示，并使 $d=b_1+b_2=h_1+h_2$。

表 10-9　柱编号

柱类型	类型代号	序　号	柱类型	类型代号	序　号
框架柱	KZ	××	梁上柱	LZ	××
框支柱	KZZ	××	剪力墙上柱	QZ	××

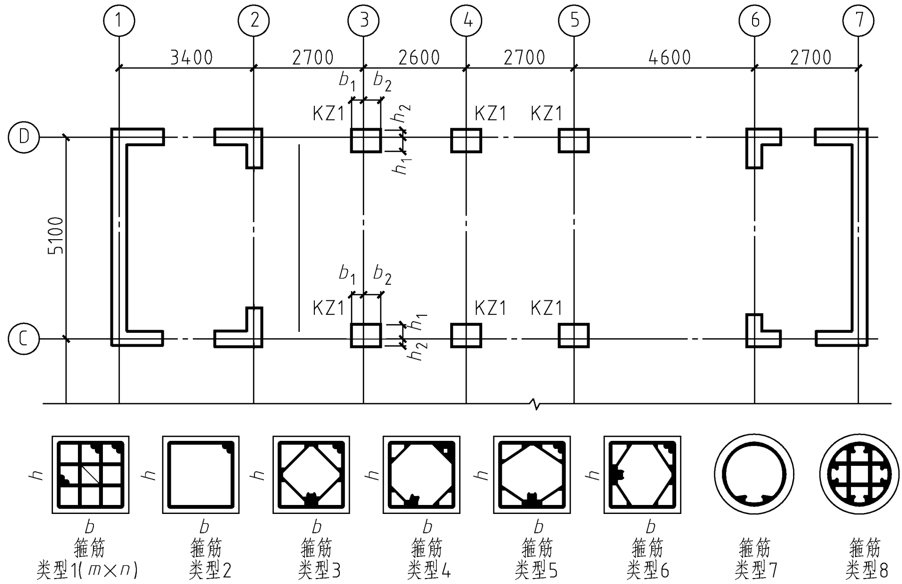
注：编号时，当柱的总高、分段截面尺寸和配筋均对应相同，仅分段截面与轴线的关系不同时，仍可将其编为同一柱号。

④ 注写柱纵筋。注写柱纵筋分为角筋、截面 b 边中部筋和 h 边中部筋三项（采用对称配筋的可仅注写一侧中部筋，对称边省略不注）。当为圆柱时，表中角筋一栏注写圆柱的全部纵筋。

⑤ 注写箍筋类型号及箍筋肢数。具体工程所设计的各种箍筋类型图及箍筋复合的具体方式，须画在表的上部或图中的适当位置，并在其上标注与表中相对应的 b、h 和编上类型号。

⑥ 注写柱箍筋，包括钢筋级别、直径与间距。标注时，应用斜线“/”区分柱端箍筋加密区与柱身非加密区长度范围内箍筋的不同间距。施工人员须遵守标准构造详图的规定。在三种长度值中取其最大值作为加密区长度。如采用螺旋箍筋，应在箍筋前加“L”。

柱平法施工图例表注写方式如图 10-9 所示。



柱　表

柱号	标　高	b×h（圆柱直径D）	b_1	b_2	h_1	h_2	角筋	b边一侧中部筋	h边一侧中部筋	箍筋类型号	箍　筋
KZ1	−0.030～19.470	750×700	375	375	150	550	4Φ25	5Φ25	5Φ25	1 (5×4)	Φ10-100/200
	19.470～37.470	650×600	325	325	150	450	4Φ25	5Φ25	4Φ22	1 (4×4)	Φ10-100/200
	37.470～59.070	550×500	275	275	150	350	4Φ25	5Φ25	4Φ22	1 (4×4)	Φ8-100/200

图 10-9　柱平法施工图例表注写方式

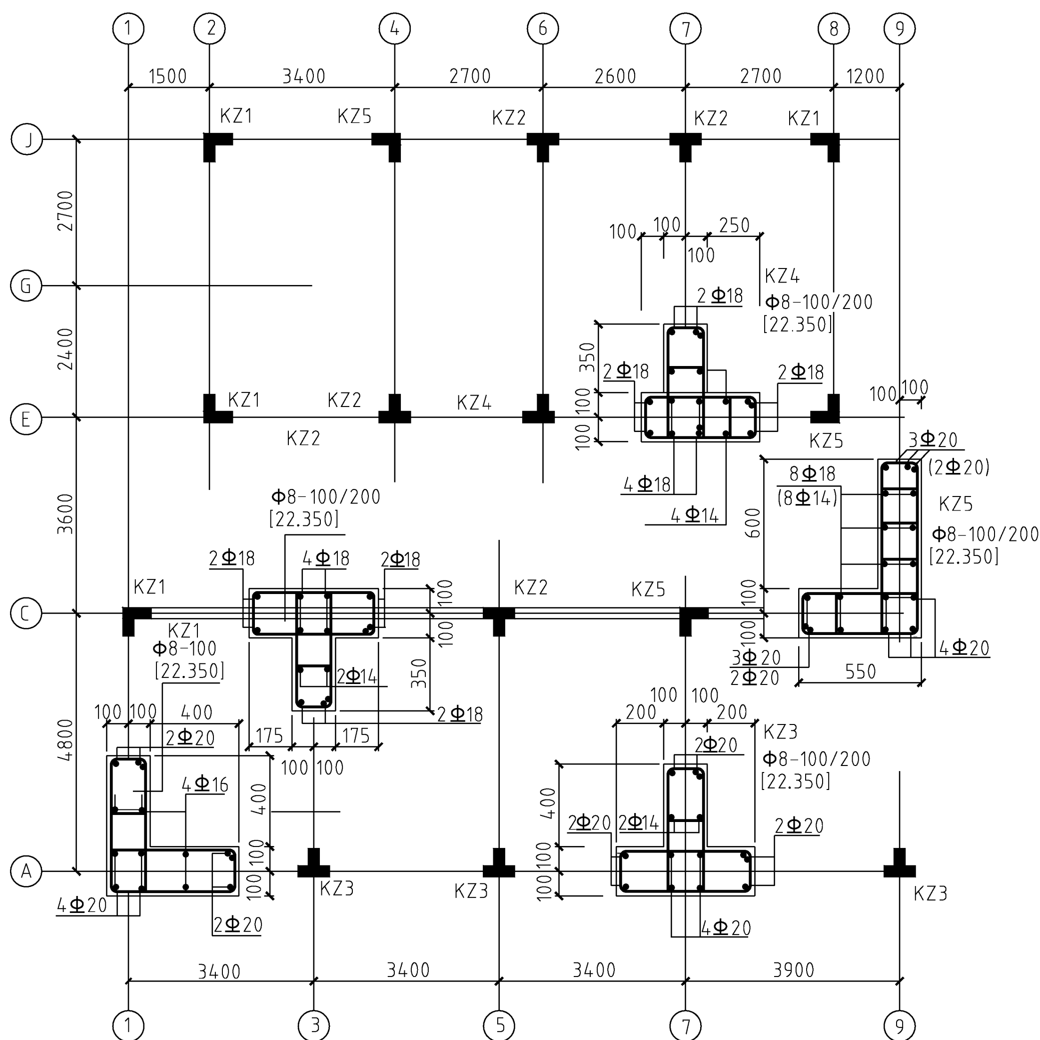
（3）截面注写方式

1）截面注写方式是指在绘制的柱平面布置图的柱截面上，分别在同一编号的柱中选择一个截面，以直接注写截面尺寸和配筋具体数值的方式来表达柱平法施工图。

2）具体方法：对所有柱截面进行编号，从相同编号的柱中选择一个截面，按另一种比例原位放大绘制柱截面配筋图，并在各配筋图上继其编号后再注写截面尺寸、角筋或全部纵筋、箍筋的具体数值，以及在柱截面配筋图上标注柱截面与轴线的关系。

3）在截面注写方式中，如柱的分段截面尺寸和配筋均相同，仅在分段截面与轴线的关系不同时，可将其编为同一柱号。但此时应在未画配筋的柱截面上注写该柱截面与轴线关系的具体尺寸。

柱平法施工图截面注写方式如图 10-10 所示。



注：1. [ ] 内数字为柱顶标高。
2. ( ) 内数字用于3.150m 以上。
3. 箍筋全高加密Φ8-100，纵筋配筋图。

图 10-10　柱平法施工图截面注写方式

3. 梁平法施工图制图规则

（1）梁平法施工图的表示方法　梁平法施工图是在梁平面布置图上采用平面注写方式或截面注写方式来表达的一类图形。梁平面布置图，应分别按梁的不同结构层将全部梁和与其相关联的柱、板一起采用适当比例绘制；绘制梁平面布置图除了需表达图形外，还应注明各结构层的顶面标高及相应的结构层号。对于轴线未居中的梁，应标注其偏心定位尺寸(贴柱边的梁可不注)。

（2）平面注写方式

1）含义。平面注写方式是指在梁平面布置图上，分别在不同编号的梁中各选一根梁，在其上注写截面尺寸和配筋具体数值。

平面注写包括集中注写与原位注写。集中注写表达梁的通用数值，原位注写表达梁的特殊数值。当集中注写中的某项数值不适用于梁的某部位时，则将该项数值改为原位注写。施工时，原位注写取值优先。

2）梁编号由梁类型代号、序号、跨数及有无悬挑代号等组成，见表 10-10。

例如：KL7（5A）表示第 7 号框架梁，5 跨，一端有悬挑。

3）梁集中注写的内容，有四项必注项及一项选注项（集中注写可以从梁的任意一跨引出)，规定如下：

① 梁编号为必注项。

② 梁截面尺寸为必注项。

③ 梁箍筋为必注项，包括钢筋级别、直径、加密区与非加密区的间距及肢数。加密区与非加密区的不同间距及肢数用斜线“/”分隔。

表 10-10　梁编号组成

梁　类　型	代　号	序　号	跨数及是否带有悬挑
楼层框架梁	KL	××	(××)、(××A)或(××B)
屋面框架梁	WKL	××	(××)、(××A)或(××B)
框支梁	KZL	××	(××)、(××A)或(××B)
非框支梁	L	××	(××)、(××A)或(××B)
悬挑梁	XL	××	

注：（××L）为一端有悬挑，（××B）为两端有悬挑，悬挑不记入跨数。

例如：Φ10-100/200（4）表示箍筋为 HPB300 级钢筋，钢筋直径为 10mm，加密区间距为 100mm，非加密区间距为 200mm，均为四肢箍。

④ 梁上部贯通筋或架立筋的根数为必注值，所注根数应根据结构受力要求及箍筋肢数等构造要求而定。当同排纵筋中既有贯通筋又有架立筋时，应用加号“+”将贯通筋和架立筋相连。注写时须将角部纵筋写在加号前面，架立筋写在加号后面的括号内，以示不同直径及与贯通筋的区别。当全部采用架立筋时，则将其写入括号内。

2Φ22 用于双肢箍；2Φ22+（4Φ12）用于六肢箍，其中 2Φ22 为贯通筋，4Φ12 为架立筋。当梁的上部纵筋和下部纵筋均为贯通筋，且多数跨配筋相同时，此项可加注下部纵筋的配筋值，用分号“；”将上部与下部纵筋的配筋值分隔开来。例如：3Φ22；3Φ20 表示梁的上部配置 3Φ22 的贯通筋，梁的下部配置 3Φ20 的贯通筋。

⑤ 梁顶面标高高差为选注值。梁顶面标高高差，是指相对于结构层楼面标高的高差值，对于位于结构夹层的梁，则是指相对于结构夹层楼面标高的高差。有高差时，须将其写入括号内；无高差时，不注写。当某梁的顶面高于所在结构层的楼面标高时，其标高高差为正值，反之为负值。例如：某结构层的楼面标高为 44. 950m 和 48. 250m，当某梁的梁顶面标高高差注写为（-0. 050）时，即表明该梁顶面标高分别为 44. 900m 和 48. 200m。

梁平法施工图平面注写方式如图 10-11 所示。

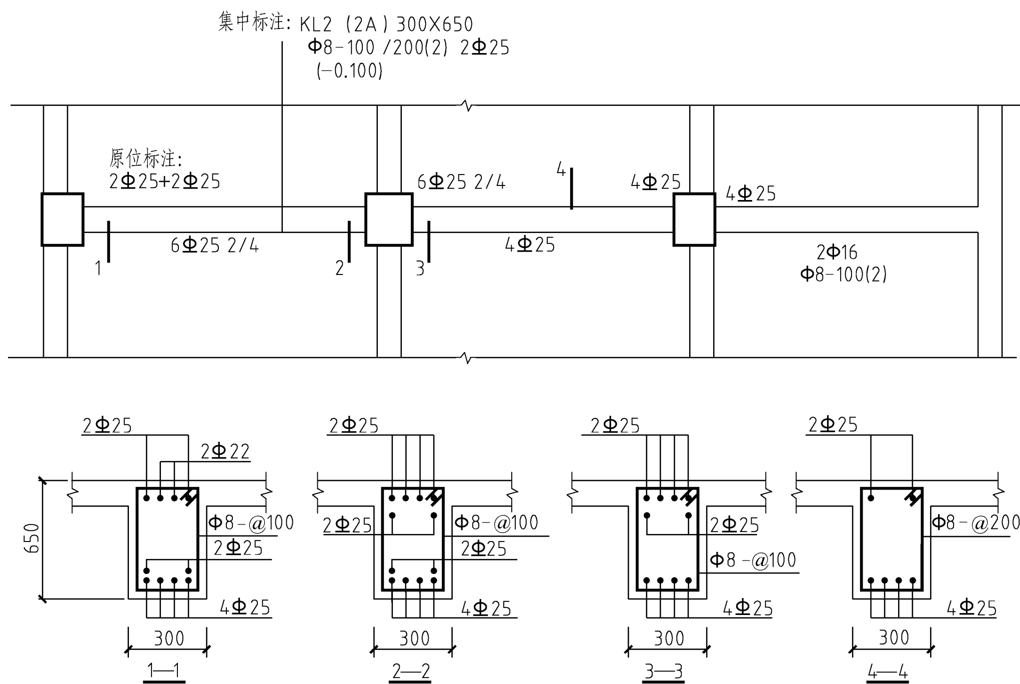


图 10-11　梁平法施工图平面注写方式

4）梁原位注写的规定。

① 梁支座上部纵筋。梁支座上部包含贯通筋在内的所有纵筋。当上部纵筋多于一排时，用斜线“/”将各排纵筋自上而下分开。例如：梁支座上部纵筋注写为 6Φ25 4/2，则表示上一排纵筋为 4Φ25，下一排纵筋为 2Φ25。

当同排纵筋有两种直径时，用加号“+”将两种直径的纵筋相连，注写时将角部纵筋写在前面。例如：架支座上部有根纵筋，2Φ25 放在角部，2Φ22 放在中部，在梁支座上部应注写为 2Φ25+2Φ22。

当梁中间支座两边的上部纵筋不同时，须在支座两边分别标注；当梁中间支座两边的上部纵筋相同时，可仅在支座的一边标注配筋值，另一边省去不注。

② 梁下部纵筋。当下部纵筋多于一排时，可用斜线“/”将各排纵筋自上而下分开。例如：梁下部纵筋注写为 6Φ25 2/4，则表示上一排纵筋为 2Φ25，下一排纵筋为 4Φ25，全部伸入支座；当同排纵筋有两种直径时，用加号“+”将两种直径的纵筋相连，注写时角筋写在前面。

当梁下部纵筋不全部伸入支座时，将梁支座下部纵筋减少的数量写在括号内。例如：梁下部纵筋注写为 6Φ25 2（-2）/4，则表示上一排纵筋为 2Φ25，且不伸入支座；下一排纵筋

为 4Φ25，全部伸入支座。梁下部纵筋注写为 2Φ25+3Φ22（-3）/5Φ25，则表示上一排纵筋为 2Φ25 和 3Φ22，其中 3Φ22 不伸入支座；下一排纵筋为 5Φ25，全部伸入支座。

③ 侧面纵向构造钢筋或侧面抗扭纵筋。当梁高大于 700mm 时，需设置的侧面纵向构造钢筋按标准构造详图施工，设计图不注写。如具体工程设计人员有注写的，则按注写内容施工。当梁某跨侧面布有抗扭纵筋时，须在该跨的适当位置注写抗扭纵筋的总配筋值，并在其前面加“＊”，如图 10-12 所示。如在梁下部纵筋处另写有＊6Φ18，则表示该跨梁两侧各有 3Φ18 的抗扭纵筋。

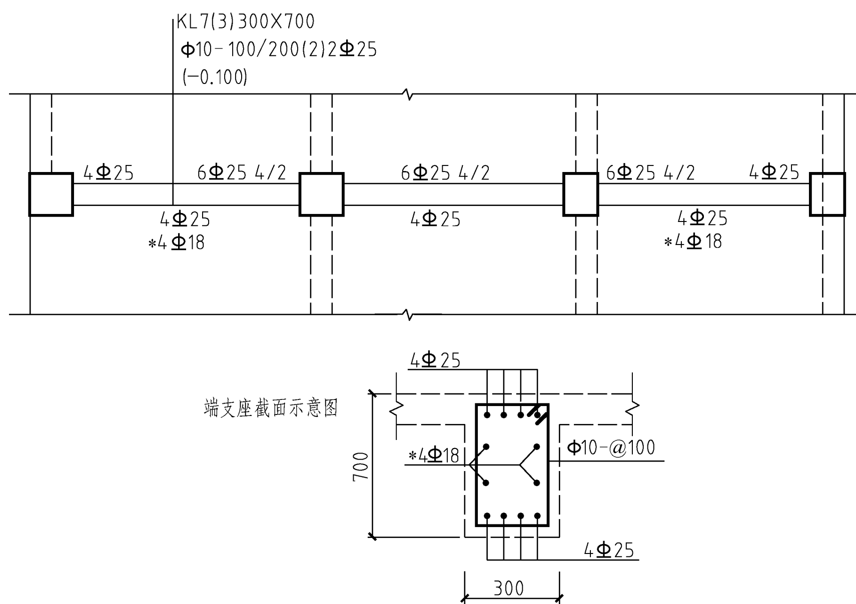


图 10-12 梁抗扭钢筋及特殊部位的表达示例

④ 附加箍筋或吊筋。将其直接画在平面图中的主梁上，用线引注写总配筋值（附加箍筋的肢数注写在括号内）。当多数附加箍筋或吊筋相同时，可在梁平法施工图上统一注明；当少数附加箍筋或吊筋与统一注明值不同时，在原位引注，其画法示例如图 10-13 所示。

施工时应注意：附加箍筋或吊筋的几何尺寸应按照标准构造详图，结合其所在位置的主梁和次梁的截面尺寸而定。

⑤ 当在梁上集中注写的内容不适用于某跨或某悬挑部分时，则将其不同数值原位注写在该跨或该悬挑部分，并在其下画细实线表示强调。

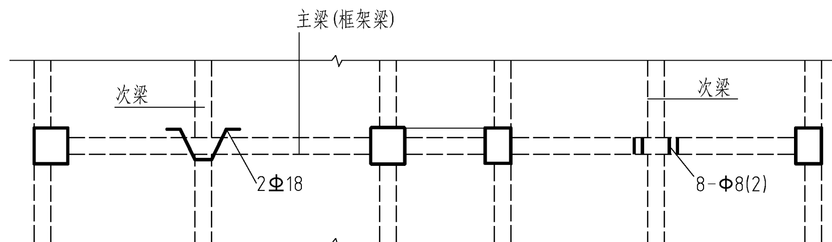


图 10-13 附加箍筋和吊筋的画法示例

4. 截面注写方式

1）含义。截面注写方式是通过在分标准层绘制的梁平面布置图上，分别在不同编号的梁中各选择一根梁用剖面号引出配筋图，并在其上注写截面尺寸和配筋具体数值的方式来表达梁平法施工图。截面注写方式既可以单独使用，也可与平面注写方式结合使用。

2）对所有梁按规定进行编号，从相同编号的梁中选择一根梁，先将“单边截面号”画在该梁上，再将截面配筋详图画在本图或其他图上。当某梁的顶面标高与结构层的楼面标高不同时，还应继其梁编号后注写梁顶面标高的高差。在截面配筋详图上注写截面尺寸 $b \times h$，以及上部筋、下部筋、侧面筋和箍筋的具体数值时，其表达形式与平面注写方式相同，如图 10-14 所示。

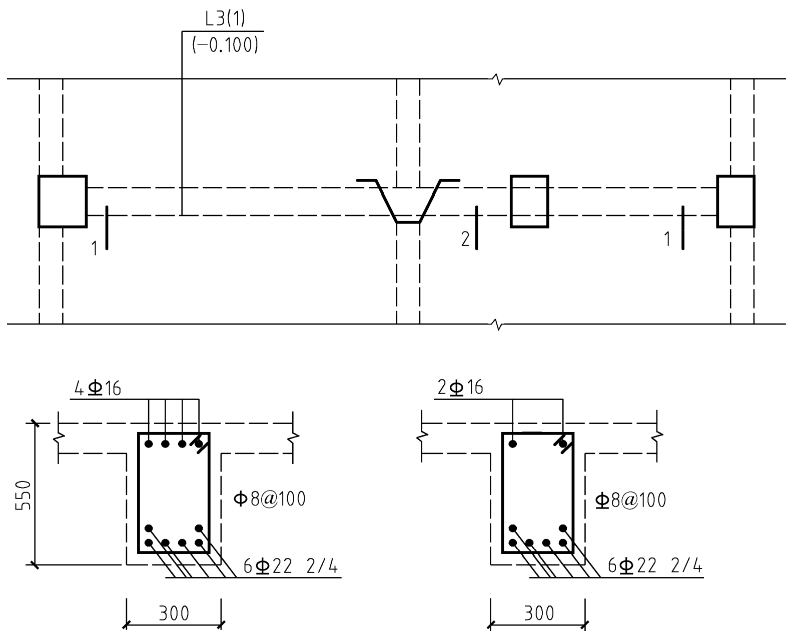


图 10-14　梁平法施工图截面注写方式

根据投影原理，剖面图中剖切到了柱，故采用粗实线绘制柱的轮廓，中间绘制材料图例。对于钢筋混凝土的柱子，本应采用钢筋混凝土材料图例，但由于图形采用的是 1∶100 的小比例，钢筋混凝土的材料图例就改用截面涂黑；柱子是剖切到的，梁和楼板是看到的，梁根据投影的可见与否绘制成实线或虚线；板在结构平面布置图上并不是按照投影情况来绘制的，而是在板的区域采用一条细的对角实线来代表板的投影。

本例题的图形采用的是前面介绍过的平面整体表示法绘制的，与传统的结构平面布置图在一张图纸上反映该层所有承重构件的平面图布置情况不同的是，平法施工图是分别绘制柱、梁和板的结构平面布置图，如图 10-15 、图 10-16 和图 10-17 所示。柱平法施工主要表达了柱子的代号、平面位置、截面尺寸以及内部配筋等情况，配筋情况的表达采用的是截面注写方法；梁平法施工图和柱子相似，也是主要表达了梁的代号、平面位置、截面尺寸和内部配筋等情况，内部配筋情况的表达采用的是平面注写方式；板的结构平面图的表达与传统的表达方式一致，采用的是直接在图形上绘制配筋的形式，利用弯钩的方向来代表钢筋的位置。至于标准构造详图，是收录在平法施工图图集中的，一般施工图中可以不画。它主要用来表达一些节点的详细构造大样。一般平法施工图均需与标准图集配套使用。

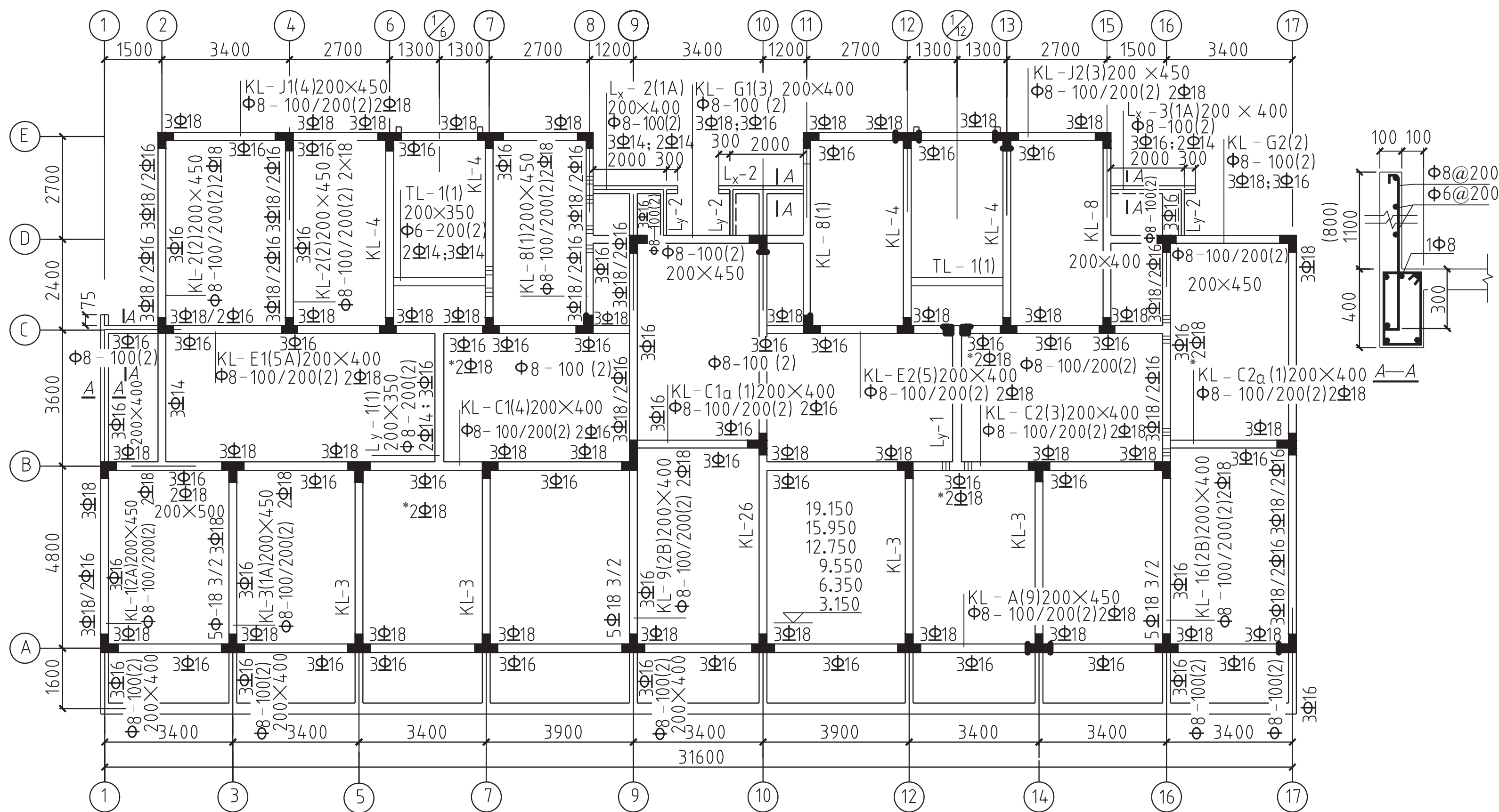
纵向受拉钢筋最少锚固长度 L_{OE} (单位:mm)

混凝土强度等级 / 钢筋强度等级	C25	C30 C35
Ⅰ级	30d	25d
Ⅱ级	40d	35d
Ⅲ级	45d	40d

9.550～22.350m柱平法施工图1:100



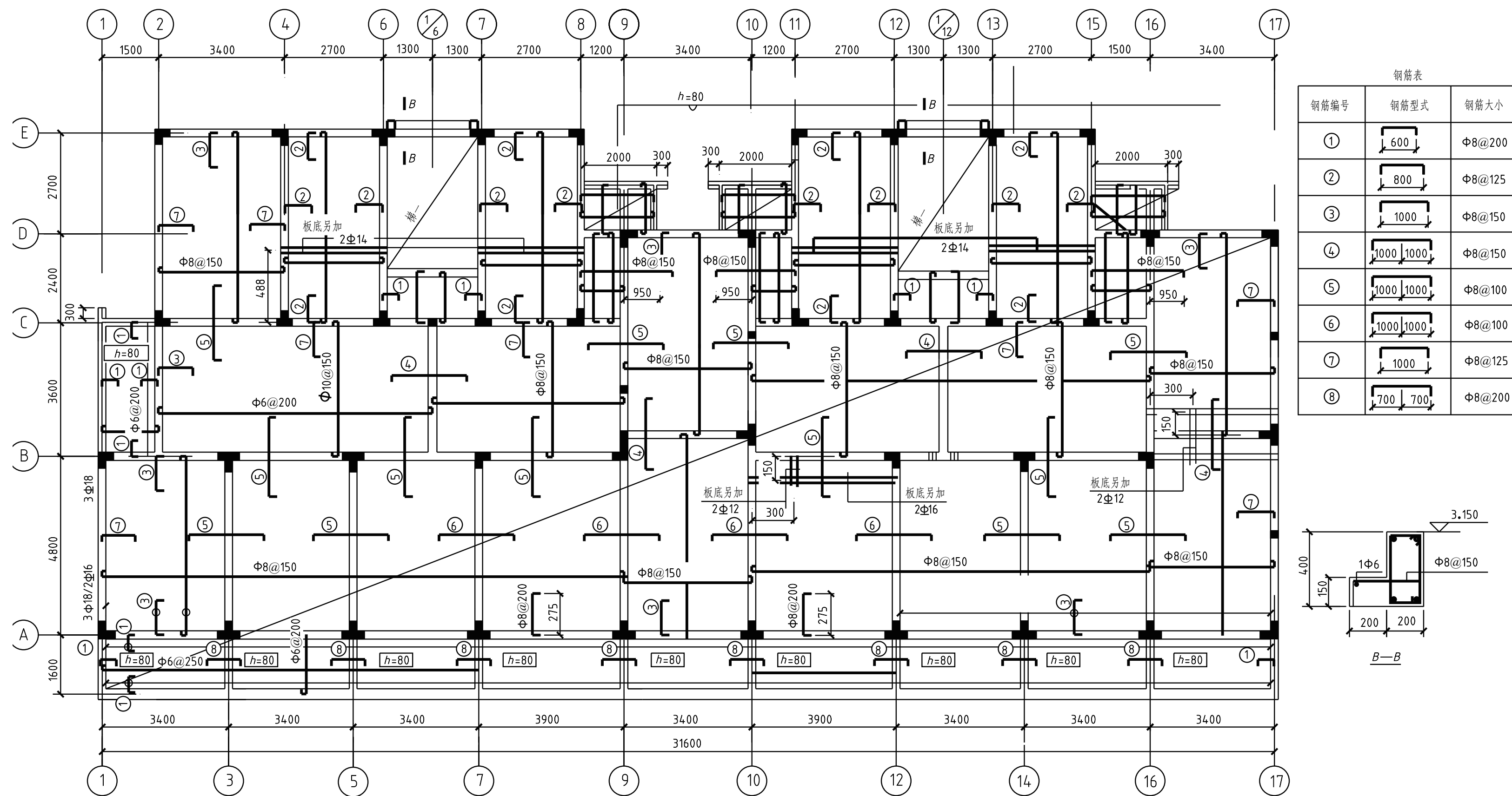
图 10-15 标准层柱平法施工图



二～七层结构平面布置图 1:100

注：1. 阳台、卫生间板面低50。
2. 图中未注明编号的构造柱均为GZ1。

图 10-16　标准层梁面法施工图



钢筋编号	钢筋型式	钢筋大小
①	600	Φ8@200
②	800	Φ8@125
③	1000	Φ8@150
④	1000 1000	Φ8@150
⑤	1000 1000	Φ8@100
⑥	1000 1000	Φ8@100
⑦	1000	Φ8@125
⑧	700 700	Φ8@200

二～七层楼板结构平面图1:100

(未注明板厚均为100)

注：1. 图中未注明大小的钢筋均为Φ8@200，未注明的分布筋均为Φ6@250。
2. 阳台、卫生间板面低50。
3. 图中未注明编号的构造柱均为GZ1。

图 10-17　标准层楼板结构平面图

第四节　基　础　图

一、房屋基础的有关知识

1. 基础的作用和形式

基础的作用：基础是房屋在地面以下的部分，它承受房屋全部荷载并将其传递给它下面的土层（地基）。从组成上来说，基础是房屋的一部分，而地基不属于房屋的一部分。

基础的形式：基础的形式和地基的地况以及上部结构有很大关系。常用的基础有条形基础、独立基础、井格式基础、筏形基础和箱形基础等。

2. 基础图的内容

基础图包括基础平面图和基础详图两大类。

二、基础平面图

1. 图示方法

基础平面图是在土方开挖、基础做好、未回填土前，假想用一水平面沿地面将房屋切开，向下投射所得的全剖视图。

2. 画法特点及要求

（1）图线　画图用图线应符合有关结构施工图图线的选用要求。

（2）比例　基础平面图的绘图比例一般与建筑平面图的比例相同。

（3）位轴线　基础平面图上的轴线及编号应与建筑平面图的相一致，以便对照识读。

（4）基础梁、柱　基础梁、柱用代号表示。代号采用汉语拼音的缩写，如 Z（柱）、L（梁）、B（板）、Q（墙）。

（5）剖切符号　基础平面图主要用来表达基础的平面布置情况。对于各种基础的具体做法是用详图加以表达。详图实际上是基础的截面图，尺寸和构造不同的基础需加画截面图，对应地在基础平面图上要标注剖切符号并对其进行编号。结构平面图中的剖面图和截面详图的编号顺序应按下列规定编排：

1）外部按顺时针方向从左下角开始编号。

2）内部横向从左至右、从上至下编号。

3）内部纵向从上至下、从左至右编号。

（6）图示内容　基础平面图是结构施工图的一种，它也和结构施工图的要求一样，在图样上只反映承重构件的平面布置情况。如果建筑的结构形式属于砖混结构，即砖墙是承重墙，则在结构施工图上会出现砖墙的投影；如果墙体是非承重墙，则在结构施工图上是没有墙体内容的，此时的墙体情况由建筑施工图来表达，只需在结构施工图的说明中对砖墙和砌筑砂浆的强度等级说明一下即可。

在基础平面图中，对于剖切到的框架柱、构造柱以及承重墙需绘制其截面投影，看到的基础梁需绘制其投影，而看到的基础底面主要绘制其轮廓线。对于基础的细部投影可以省略不画（细部内容由基础详图来表达）。对于基础平面图，由于其采用的是 1∶100 的小比例，故截面材料图例的表示方法与建筑平面图相同，即剖切到的钢筋混凝土采用涂黑，砖墙采用

涂红或涂蓝的形式。

(7) 尺寸标注　基础平面图上除了有图形表达基础的平面布置外，还要用尺寸来表达基础相互之间的位置关系，基础平面图上需标注定位轴线间的尺寸（定位尺寸）与基础底面的尺寸（定形尺寸）。

三、基础详图

基础平面图用来表达基础的平面布置，而基础的形状、大小、材料、构造及埋置深度则需要用基础详图来表达。

1. 图示方法

基础详图实际上是基础平面图的配合图，通过平面图与详图的配合来表达完整的基础情况，因此基础详图的图示方法因图形的表达要求而有所不同，一般采用垂直剖面图来表达，也可用垂直剖面图与平面图相结合来表达。

2. 画法特点及要求

(1) 图线　基础详图中的基础轮廓、基础墙及柱轮廓等均用中粗实线（$0.7b$）绘制。

(2) 比例　基础详图是局部图样，它采用比基础平面图要放大的比例，一般常用比例为 1∶10 或 1∶20。

(3) 定位轴线　为了便于对照识读，基础详图的定位轴线应与对应的基础平面图定位轴线的编号相一致。

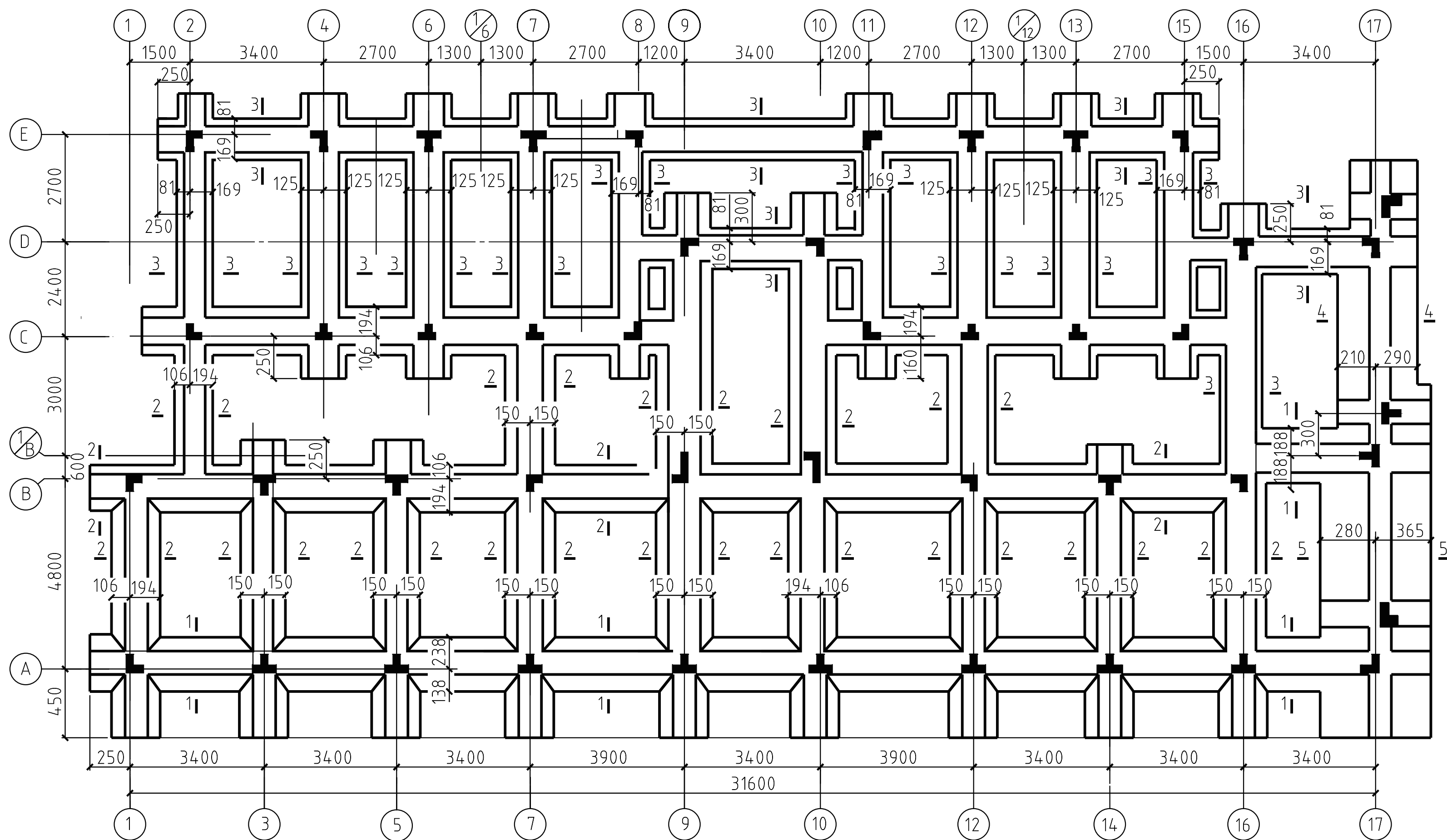
(4) 图例　剖切的截面需要绘制材料图例。通常，材料图例要按照制图规范的规定绘制；如果是钢筋混凝土结构，则一般不绘制材料图例，而直接绘制相应的配筋图，由配筋图代表材料图例。

(5) 尺寸标注　尺寸标注主要标注基础的定形尺寸，另外还应标注钢筋的规格，室内外地面及基础底面的标高。

四、识图举例

图 10-18 所示为学生宿舍楼基础平面布置图，绘图比例为 1∶100，图上显示基础的形式为井格式基础（对应于上部的框架结构，基础形式一般有独立基础、井格式基础、筏形基础和箱形基础等，如土壤条件好则可以采用独立基础，土壤条件一般的采用井格式基础，依次向后类推）。井格式基础是指每个柱子之间采用地基梁拉结在一起的基础形式。图中剖切到柱子，由于图样采用 1∶100 的小比例，故对所有的柱子进行涂黑处理。从柱子的截面可以看出，该学生宿舍楼采用的是异形柱结构，这种结构的优点在于柱子的肢宽与墙厚相当，这最大限度地减少了结构面积，与普通框架柱相比增加了室内使用面积。图中的基础绘制了基础梁的投影和基础底面轮廓的投影，平面图中的尺寸主要是轴线尺寸，标注截面图的剖切位置以便与基础详图对照阅读。

图 10-19 所示为对应的基础详图，是对每一种基础的具体形状、尺寸及构造做法的具体描述。图中的基础均采用钢筋混凝土材料，基础下有 100mm 厚的混凝土垫层。垫层的作用是使基础底部平整，以便均匀地将基础所受的荷载传递给地基，同时垫层还有保护钢筋的作用。由于基础位于地下，地下水会造成钢筋的锈蚀，因此地下钢筋混凝土构件中的钢筋保护尤为重要。有了垫层就相当于使钢筋多了一层保护层，这样的基础保护层就可以做得比没有



注：1. 本工程 ±0.000相当于绝对标高11.10m。
2. 本工程采用天然地基，选择③1层粉质黏土为持力层，f_k=240kPa，基础垫层底标高 −2.200m，挖至设计标高后仍未至持力层处，基础须用C10毛石混凝土填至设计标高。
3. 基础挖开后，请通知勘察及设计单位验槽。
4. GD为沉降观测点。

基础平面布置图1:100

图 10-18　学生宿舍楼基础平面布置图

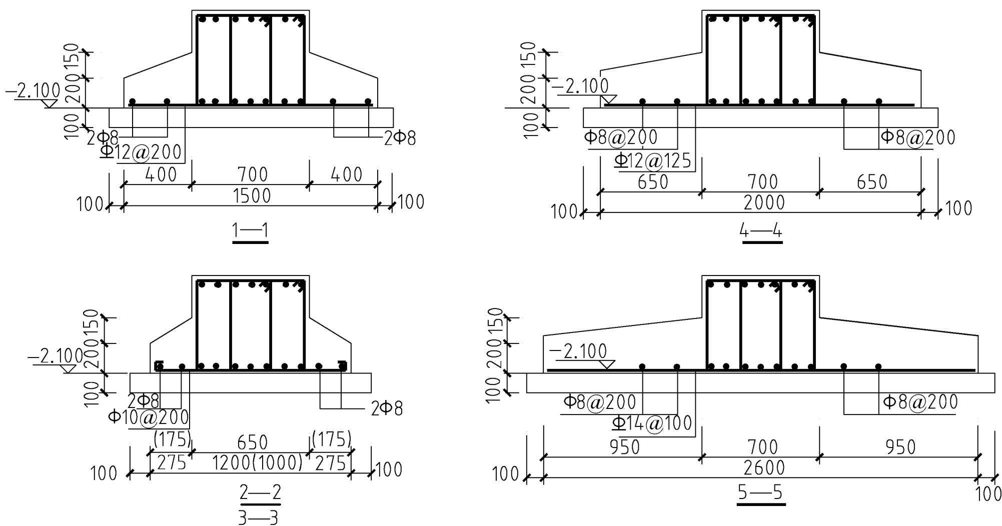


图 10-19　基础详图

垫层的基础要薄。基础内还有地基梁，架内的箍筋是由两个矩形双肢箍组成的四肢箍钢筋。

图 10-20 所示为基础梁平法施工图，在基础详图中所标注的配筋是基础的受力筋及构造筋，对于基础梁的配筋并未在基础详图中表达，而是采用平面整体表示法在基础梁平法施工图中表达的，图中采用的是平面注写方式。

第五节　结构施工说明

完整的结构施工图包括施工说明、基础图、上部结构布置图及钢筋混凝土构件详图等。下面以某学生宿舍楼为例来说明结构施工说明所包含的内容。

一、一般说明

1）本工程所注尺寸，除标高以米（m）为单位外，其余均以毫米（mm）为单位。

2）本工程为框架结构，抗震设防烈度为七级，框架抗震等级为二级，Ⅱ类场地。

3）本工程梁、柱结构施工图采用平面整体表示法，说明及构造详图详见《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图》（00G 101）图集。

二、设计依据

1）《建筑结构可靠度设计统一标准》（GB 50068—2001）。

2）《建筑结构荷载规范》（GB 50009—2012）。

3）《混凝土结构设计规范》（GB 50010—2010）。

4）《建筑地基基础设计规范》（GB 50007—2011）。

5）《建筑抗震设计规范》（GB 50011—2010）。

6）施工现场《岩土工程勘察报告》。

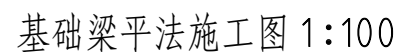


图 10-20 基础梁平法施工图

三、地下工程（指建筑物位于室外地坪以下部分）

1）材料：地下混凝土底板下垫层采用100mm厚的C15混凝土，基础梁、板架用20混凝土。

2）钢筋保护层厚度：基础梁、底板厚35mm。

3）未注明的基础悬挑梁箍筋间距均为100mm，直径不变。

四、防雷接地构造

防雷接地柱详见电施图。

五、筋混凝土工程

1）材料

混凝土：底层梁、柱均为C35，二~六层均为C30，七层以上均为C25；过梁、构造柱混凝土均为C20。

钢筋：Φ表示HPB300级钢筋，Φ表示HRB300级钢筋。

焊条：HPB300级钢筋焊接采用E43型焊条，HRB300级钢筋焊接采用E50型焊条。

2）钢筋保护层厚度

楼板：15mm（受力钢筋），10mm（分布钢筋）。

柱：20mm（受力钢筋），10mm（箍筋）。

梁：25mm（受力钢筋），15mm（箍筋）。

3）钢筋锚固长度见表10-11，详见《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图》（00G 101）图集。

4）未注明的悬挑梁箍筋间距为100 mm，直径不变。

5）钢筋接头。

① 钢筋接头应采用焊接接头，接头类型及质量必须符合混凝土结构工程施工及验收规范的要求，连接构造详见《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图》（00G 101）图集。

表10-11　钢筋锚固长度

混凝土强度等级 / 钢筋强度等级	C25	C30、C35
HPB350级	25*d*	20*d*
HRB335级	35*d*	30*d*
HRB400级	40*d*	35*d*

② 受力主筋的接头位置应相互错开，当采用搭接接头时，在上述搭接长度的任一区段内或焊接接头处且不小于500mm的范围内，有接头的受力钢筋的截面面积占受力钢筋总面积的百分率，见表10-12。

表10-12　有接头的受力钢筋的截面面积占受力钢筋总面积的百分率

接头形式	受拉区(%)	受压区(%)
绑扎骨架的搭接接头	25	50
受力钢筋的焊接接头	50	不限制

六、砌体工程

（1）材料

1）±0.000 以下采用 MU10 标准砖，M7.5 水泥砂浆砌筑。

2）±0.000 以上外墙填充墙采用非承重多孔砖，规格为 190mm×190mm×90mm，孔洞率大于 25%，强度等级不低于 MU5，砌筑砂浆均为 M5 混合砂浆。

3）±0.000 以上内墙填充墙采用加气混凝土砌块，堆积密度不大于 6kN/m^3，砌筑砂浆均为 M5 混合砂浆。

4）±0.000 以上厕所、阳台分隔墙采用 KP1 砖，规格为 240 mm×115mm×90mm，墙厚 120mm，砌筑砂浆为 M5 混合砂浆。

（2）构造

1）内、外墙砌体与梁、柱的交接部位应放置钢丝网片，网片宽 300mm。

2）填充墙长度大于 5m 时，应在墙中部和悬墙端部均设置构造柱。

3）构造柱的尺寸及配筋详图如图 10-21 所示。

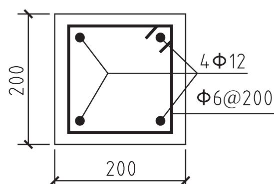


图 10-21　构造柱的尺寸及配筋详图

（3）过梁

1）凡门、窗及设备洞顶无混凝土梁的，均应按图 10-22 所示的规定增设过梁。

2）过梁遇柱应与其整浇。

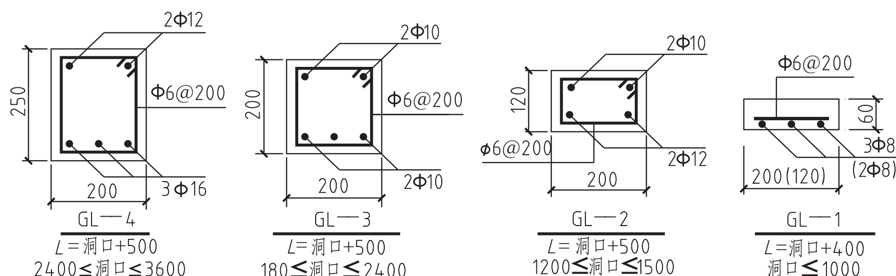


图 10-22　过梁详图

七、其他

1）施工过程中每完成一层楼面，应观测沉降一次，并做好记录。

2）工程质量必须严格遵守现行施工技术操作规程及质量验收标准。

3）未尽事宜应在现场处理解决。

思　考　题

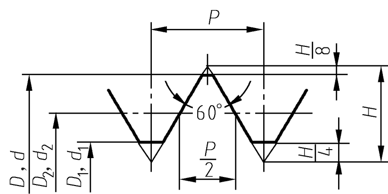
1. 结构施工图的内容和作用是什么？
2. 结构施工图有哪些规定？
3. 钢筋的尺寸标注有几种？举例说明。
4. 试述楼层结构布置图的作用是什么？其画法特点及要求是什么？
5. 基础图包括哪些内容？
6. 结构施工说明的内容包括哪些方面？

附　　录

附录 A　螺　　纹

1. 普通螺纹

附表 A-1　普通螺纹（摘自 GB/T 193—2003、GB/T 196—2003）　　（单位：mm）



$$D_2 = D - 2 \times \frac{3}{8}H = D - 0.6459P$$

$$d_2 = d - 2 \times \frac{3}{8}H = d - 0.6459P$$

$$D_1 = D - 2 \times \frac{5}{8}H = D - 1.0825P$$

$$d_1 = d - 2 \times \frac{5}{8}H = d - 1.0825P$$

其中：$H = \frac{\sqrt{3}}{2}P$

公称直径 D、d		螺　距 P		公称直径 D、d		螺　距 P		公称直径 D、d		螺　距 P	
第一系列	第二系列	粗牙	细牙	第一系列	第二系列	粗牙	细牙	第一系列	第二系列	粗牙	细牙
3		0.5	0.35	12		1.75	1. 25,1		33	3.5	(3),2,1.5
	3.5	0.6	0.35		14	2	1.5,1.25*,1	36		4	3,2,1.5
4		0.7	0.5	16			1.5,1		39		
	4.5	0.75	0.5		18	2.5	2,1.5,1	42		4.5	4,3,2,1.5
5		0.8	0.5	20					45		
6		1	0.75		22			48		5	
	7	1	0.75	24		3			52		
8		1.25	1,0.75,		27			56		5.5	
10		1.5	1.25,1,0.75	30		3.5	(3),2.1,5.1		60		

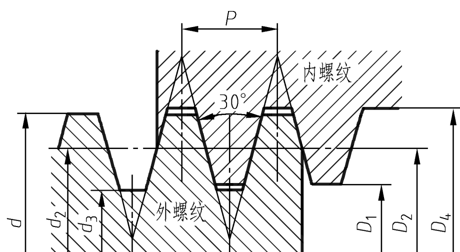
注：1. 优先选用第一系列，括号内尺寸尽可能不用。第三系列未列入。

2. 中径 D_2、d_2 未列入。

3. M14×1. 25 仅用于发电机火花塞。

2. 梯形螺纹

附表 A-2　梯形螺纹（摘自 GB/T 5796.2—2005、GB/T 5796.3—2005）　　（单位：mm）



公称直径 d		螺距 P	中径 $d_2=D_2$	大径 D_4	小　径	
第一系列	第二系列				d_3	D_1
8		1.5	7.25	8.30	6.20	6.50
	9	1.5	8.25	9.30	7.20	7.50
		2	8.00	9.50	6.50	7.00
10		1.5	9.25	10.30	8.20	8.50
		2	9.00	10.50	7.50	8.00
	11	2	10.00	11.50	8.50	9.00
		3	9.50	11.50	7.50	8.00
12		2	11.00	12.50	9.50	10.00
		3	10.50	12.50	8.50	9.00
	14	2	13.00	14.50	11.50	12.00
		3	12.50	14.50	10.50	11.00
16		2	15.00	16.50	13.50	14.00
		4	14.00	16.50	11.50	12.00
	18	2	17.00	18.50	15.50	16.00
		4	16.00	18.50	13.50	14.00
20		2	19.00	20.50	17.50	18.00
		4	18.00	20.50	15.50	16.00
	22	3	20.50	22.50	18.50	19.00
		5	19.50	22.50	16.50	17.00
		8	18.00	23.00	13.00	14.00
24		3	22.50	24.50	20.50	21.00
		5	21.50	24.50	18.50	19.00
		8	20.00	25.00	15.00	16.00

公称直径 d		螺距 P	中径 $d_2=D_2$	大径 D_4	小　径	
第一系列	第二系列				d_3	D_1
	26	3	24.50	26.50	22.50	23.00
		5	23.50	26.50	20.50	21.00
		8	22.00	27.00	17.00	18.00
28		3	26.50	28.50	24.50	25.00
		5	25.50	28.50	22.50	23.00
		8	24.00	29.00	19.00	20.00
	30	3	28.50	30.50	26.50	29.00
		6	27.00	31.00	23.00	24.00
		10	25.00	31.00	19.00	20.00
32		3	30.50	32.50	28.50	29.00
		6	29.00	33.00	25.00	26.00
		10	27.00	33.00	21.00	22.00
	34	3	32.50	34.50	30.50	31.00
		6	31.00	35.00	27.00	28.00
		10	29.00	35.00	23.00	24.00
36		3	34.50	36.50	32.50	33.00
		6	33.00	37.00	29.00	30.00
		10	31.00	37.00	25.00	26.00
	38	3	36.50	38.50	34.50	35.00
		7	34.50	39.00	30.00	31.00
		10	33.00	39.00	27.00	28.00
40		3	38.50	40.50	36.50	37.00
		7	36.50	41.00	32.00	33.00
		10	35.00	41.00	29.00	30.00

注：优先选用第一系列，其次选用第二系列。第三系列未列入。

3. 55°非密封管螺纹

附表 A-3 55°非密封管螺纹基本尺寸（摘自 GB/T 7307—2001） （单位：mm）

尺寸代号	每 25.4mm 内所包含的牙数 n	螺距 P	基本直径		
			大径 $d=D$	中径 $d_2=D_2$	小径 $d_1=D_1$
1/16	28	0.907	7.723	7.142	6.561
1/8	28	0.907	9.728	9.147	8.566
1/4	19	1.337	13.157	12.301	11.445
3/8	19	1.337	16.662	15.806	14.950
1/2	14	1.814	20.955	19.793	18.631
5/8	14	1.814	22.911	21.749	20.587
3/4	14	1.814	26.441	25.279	24.117
7/8	14	1.814	30.201	29.039	27.877
1	11	2.309	33.249	31.770	30.291
1⅛	11	2.309	37.897	36.418	34.939
1¼	11	2.309	41.910	40.431	38.952
1½	11	2.309	47.803	46.324	44.845
1¾	11	2.309	53.746	52.267	50.788
2	11	2.309	59.614	58.135	56.656
2¼	11	2.309	65.710	64.231	62.752
2½	11	2.309	75.184	73.705	72.226
2¾	11	2.309	81.534	80.055	78.576
3	11	2.309	87.884	86.405	84.926
3½	11	2.309	100.330	98.851	97.372
4	11	2.309	113.030	111.551	110.072
4½	11	2.309	125.730	124.251	122.772
5	11	2.309	138.430	136.951	135.472
5½	11	2.309	151.130	149.651	148.172
6	11	2.309	163.830	162.351	160.872

4. 55°密封管螺纹

附表 A-4 55°密封管螺纹基本尺寸（摘自 GB/T 7306.2—2000） （单位：mm）

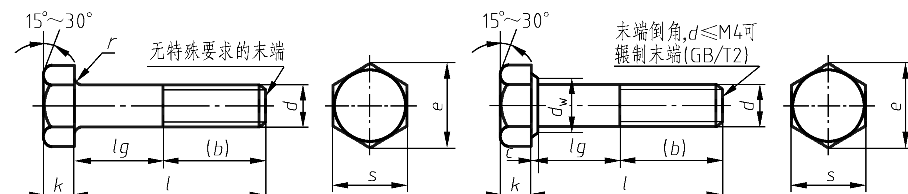
尺寸代号	每 25.4mm 内所包含的牙数 n	螺距 P	基准平面内的基本直径			基准距离			外螺纹的有效螺纹不小于		
									基准距离分别为		
			大径(基准直径) $d=D$	中径 $d_2=D_2$	小径 $d_1=D_1$	基本	最大	最小	基本	最大	最小
1/16	28	0.907	7.723	7.142	6.561	4	4.9	3.1	6.5	7.4	5.6
1/8	28	0.907	9.728	9.147	8.566	4	4.9	3.1	6.5	7.4	5.6
1/4	19	1.337	13.157	12.301	11.445	6	7.3	4.7	9.7	11	8.4
3/8	19	1.337	16.662	15.806	14.950	6.4	7.7	5.1	10.1	11.4	8.8
1/2	14	1.814	20.955	19.793	18.631	8.2	10.0	6.4	13.2	15	11.4
3/4	14	1.814	26.441	25.279	24.117	9.5	11.3	7.7	14.5	16.3	12.7
1	11	2.309	33.249	31.770	30.291	10.4	12.7	8.1	16.8	19.1	14.5
1¼	11	2.309	41.910	40.431	38.952	12.7	15.0	10.4	19.1	21.4	16.8
1½	11	2.309	47.803	46.324	44.845	12.7	15.0	10.4	19.1	21.4	16.8
2	11	2.309	59.614	58.135	56.656	15.9	18.2	13.6	23.4	25.7	21.1
2½	11	2.309	75.184	73.705	72.226	17.5	21.0	14.0	26.7	30.2	23.2
3	11	2.309	87.884	86.405	84.926	20.6	24.1	17.1	29.8	33.3	26.3
4	11	2.309	113.030	111.551	110.072	25.4	28.9	21.9	35.8	39.3	32.3
5	11	2.309	138.430	136.951	135.472	28.6	32.1	25.1	40.1	43.6	36.6
6	11	2.309	163.830	162.351	160.872	28.6	32.1	25.1	40.1	43.6	36.6

附录 B　常用标准件

1. 螺栓

附表 B-1　六角头螺栓　　　　（单位：mm）

C 级(GB/T 5780—2016)　　　A 和 B 级(GB/T 5782—2016)



标记示例

螺纹规格 M12,公称长度 l=80,性能等级为 8.8 级,表面氧化,A 级的六角头螺栓:

螺栓　GB/T 5782　M12×180

螺纹规格			M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42
b(参考)	l≤125		12	14	16	18	22	26	30	38	46	54	66	—	—
	125<l<200		18	20	22	24	28	32	36	44	52	60	72	84	96
	l>200		31	33	35	37	41	45	49	57	65	73	85	97	109
c(max)			0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1		
d_w (min)	产品等级	A	4.57	5.88	6.88	8.88	11.63	14.63	16.63	22.49	28.19	33.61	—	—	—
		B、C	4.45	5.74	6.74	8.74	11.47	14.47	16.47	22	27.7	33.25	42.75	51.11	59.95
e (min)	产品等级	A	6.01	7.66	8.79	11.05	14.38	17.77	20.03	26.75	33.53	39.98	—	—	—
		B、C	5.88	7.50	8.63	10.89	14.20	17.59	19.85	26.17	32.95	39.55	50.85	60.79	72.02
k(公称)			3.5	4	5.3	6.4	7.5	10	12.5	15	18.7	22.5	26		
r(min)			0.2	0.25	0.4	0.4	0.6	0.6	0.8	0.8	1	1	1.2		
s(公称)			8	10	13	16	18	24	30	36	46	55	65		
l(商品规格范围)			25～50	30～60	40～80	45～100	50～120	65～160	80～200	90～240	110～300	140～360	160～440		
l 系列			12,16,20,25,30,35,40,45,50,55,60,65,70,80,90,100,110,120,130 140,150,160,180,200,220,240,260,280,300,320,340,360,380,400,420,440,460,480,500												

注:1. A 级用于 d≤24 和 l≤10d 或≤150 的螺栓;B 级用于 d>24 和 l>10d 或>150 的螺栓。

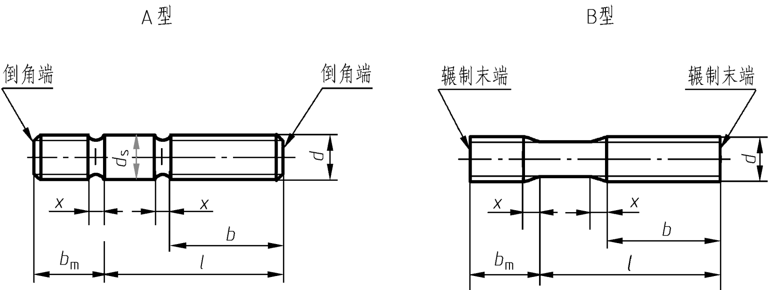
2. 螺纹规格 d 范围:GB/T 5780 为 M5～M64;GB/T 5782 为 M1.6～M64。

3. 公称长度范围:GB/T 5780 为 25～500;GB/T 5782 为 12～500。

2. 双头螺柱

附表 B-2　双头螺柱　　　　（单位：mm）

$b_m=d$（GB/T 897—1988）　$b_m=1.25d$（GB/T 898—1988）　$b_m=1.5d$（GB/T 899—1988）　$b_m=2d$（GB/T 900—1988）



标记示例

两端均为粗牙普通螺纹，$d=10$、$l=50$、性能等级为 4.8 级、B 型、$b_m=d$ 的双头螺柱：螺柱　GB/T 897　M10×50

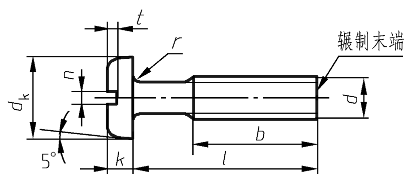
旋入机体一端为粗牙普通螺纹、旋螺母一端为 $P=1$ 的细牙普通螺纹，$d=10$、$l=50$、性能等级为 4.8 级、A 型、$b_m=d$ 的双头螺柱：螺柱　GB/T 897　AM10—M10×1×50

螺纹规格		M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42
b_m（公称）	GB/T 897	5	6	8	10	12	16	20	24	30	36	42
	GB/T 898	6	8	10	12	15	20	25	30	38	45	52
	GB/T 899	8	10	12	15	18	24	30	36	45	54	65
	GB/T 900	10	12	16	20	24	32	40	48	60	72	84
d_s（max）		5	6	8	10	12	16	20	24	30	36	42
x（max）		2.5P										
$\frac{l}{b}$		$\frac{16\sim22}{10}$	$\frac{20\sim22}{10}$	$\frac{20\sim22}{12}$	$\frac{25\sim28}{14}$	$\frac{25\sim30}{16}$	$\frac{30\sim38}{20}$	$\frac{35\sim40}{25}$	$\frac{45\sim50}{30}$	$\frac{60\sim65}{40}$	$\frac{65\sim75}{45}$	$\frac{65\sim80}{50}$
		$\frac{25\sim50}{16}$	$\frac{25\sim30}{14}$	$\frac{25\sim30}{16}$	$\frac{30\sim38}{16}$	$\frac{32\sim40}{20}$	$\frac{40\sim45}{30}$	$\frac{45\sim65}{35}$	$\frac{55\sim75}{45}$	$\frac{70\sim90}{50}$	$\frac{80\sim110}{60}$	$\frac{85\sim110}{70}$
			$\frac{32\sim75}{18}$	$\frac{32\sim90}{22}$	$\frac{40\sim120}{26}$	$\frac{45\sim120}{30}$	$\frac{60\sim120}{38}$	$\frac{70\sim120}{46}$	$\frac{80\sim120}{54}$	$\frac{95\sim120}{60}$	$\frac{120}{78}$	$\frac{120}{90}$
					$\frac{130}{32}$	$\frac{130\sim180}{36}$	$\frac{130\sim200}{44}$	$\frac{130\sim200}{52}$	$\frac{130\sim200}{60}$	$\frac{130\sim200}{72}$	$\frac{130\sim200}{84}$	$\frac{130\sim200}{96}$
										$\frac{210\sim250}{85}$	$\frac{210\sim300}{91}$	$\frac{210\sim300}{109}$
l 系列		16,(18),20,(22),25,(28),30,(32),35,(38),40,45,50,(55),60,(65),70,(75),80,(85),90,(95),100,110,120,130,140,150,160,170,180,190,200,210,220,230,240,250,260,280,300										

注：P 是粗牙螺纹的螺距。

3. 螺钉

附表 B-3　开槽圆柱头螺钉（摘自 GB/T 65—2016）　　（单位：mm）



标记示例

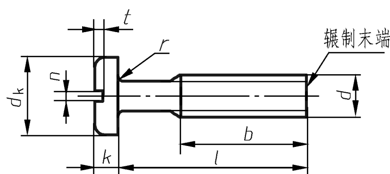
螺纹规格 M5、公称长度 l=20、性能等级为 4.8 级、不经表面处理的 A 级开槽圆柱头螺钉：

螺钉　GB/T 65　M5×20

螺纹规格	M4	M5	M6	M8	M10
P(螺距)	0.7	0.8	1	1.25	1.5
b(max)	38	38	38	38	38
d_k(max)	7	8.5	10	13	16
k(max)	2.6	3.3	3.9	5	6
n(nom)	1.2	1.2	1.6	2	2.5
r(min)	0.2	0.2	0.25	0.4	0.4
t(min)	1.1	1.3	1.6	2	2.4
l(min)	1.1	1.3	1.6	2	2.4
公称长度 l	5~40	6~50	8~60	10~80	12~80
l 系列	5,6,8,10,12,(14),16,20,25,30,35,40,45,50,(55),60,(65),70,(75),80				

注：1. 公称长度 l≤40 的螺钉，制出全螺纹。
2. 括号内的规格尽可能不采用。
3. 螺纹规格 M1.6~M10；公称长度 l=2~80。

附表 B-4　开槽盘头螺钉（摘自 GB/T 67—2016）　　（单位：mm）



标记示例

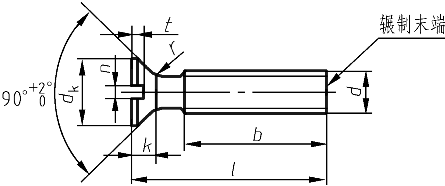
螺纹规格 M5、公称长度 l=20、性能等级为 4.8 级、不经表面处理的 A 级开槽盘头螺钉：

螺钉　GB/T67　M5×20

螺纹规格	M1.6	M2	M2.5	M3	M4	M5	M6	M8	M10
P(螺距)	0.35	0.4	0.45	0.5	0.7	0.8	1	1.25	1.5
b(max)	25	25	25	25	38	38	38	38	38
d_k(公称)	3.2	4	5	5.6	8	9.5	12	16	20
k(公称)	1	1.3	1.5	1.8	2.4	3	3.6	4.8	6
n(公称)	0.4	0.5	0.6	0.8	1.2	1.2	1.6	2	2.5
r(min)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.25	0.4	0.4
t(min)	0.35	0.5	0.6	0.7	1	1.2	1.4	1.9	2.4
公称长度 l	2~16	2.5~20	3~25	4~30	5~40	6~50	8~60	10~80	12~80
l 系列	2,2.5,3,4,5,6,8,10,12,(14),16,20,25,30,35,40,45,50,(55),60,(65),70,(75),80								

注：1. 括号内的规格尽可能不采用。
2. M1.6~M3 的螺钉，公称长度 l≤30 的，制出全螺纹。
3. M14~M10 的螺钉，公称长度 l≤40 的，制出全螺纹。

附表 B-5　开槽沉头螺钉（摘自 GB/T 68—2016）　　（单位：mm）



标记示例

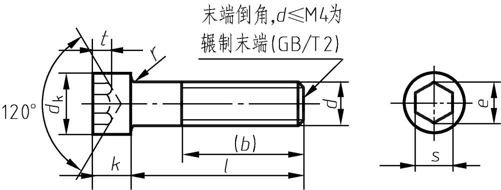
螺纹规格 M5、公称长度 l=20、性能等级为 4.8 级、不经表面处理的 A 级开槽沉头螺钉：

螺钉　GB/T68　M5×20

螺纹规格	M1.6	M2	M2.5	M3	M4	M5	M6	M8	M10
P(螺距)	0.35	0.4	0.45	0.5	0.7	0.8	1	1.25	1.5
b(min)	25	25	25	25	38	38	38	38	38
d_k(公称)	3.0	3.8	4.7	5.5	8.4	9.3	11.3	15.8	18.3
k(公称)	1	1.2	1.5	1.65	2.7	2.7	3.3	4.65	5
n(nom)	0.4	0.5	0.6	0.8	1.2	1.2	1.6	2	2.5
r(min)	0.4	0.5	0.6	0.8	1	1.3	1.5	2	2.5
t(max)	0.5	0.6	0.75	0.85	1.3	1.4	1.6	2.3	2.6
公称长度 l	2.5~16	3~20	4~25	5~30	6~40	8~50	8~60	10~80	12~80
l 系列	2,5,3,4,5,6,8,10,12,(14),16,20,25,30,35,40,45,50,(55),60,(65),70,(75),80								

注：1. 括号内的规格尽可能不采用。
2. M1.6~M3 的螺钉，公称长度 l≤30 的，制出全螺纹。
3. M14~M10 的螺钉，公称长度 l≤45 的，制出全螺纹。

附表 B-6　内六角圆柱头螺钉（摘自 GB/T 70.1—2008）　　（单位：mm）



标记示例

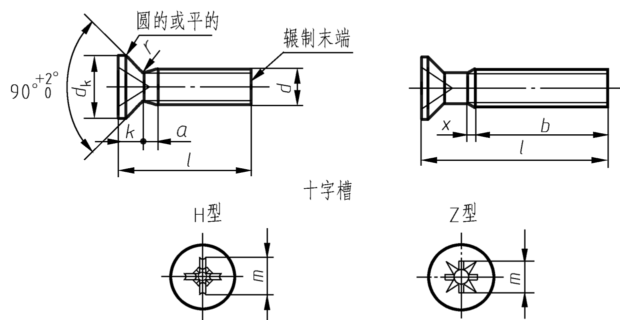
螺纹规格 M5、公称长度 l=20、性能等级为 8.8 级、表面氧化的内六角圆柱头螺钉：

螺钉　GB/T 70.1　M5×20

螺纹规格	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20
P(螺距)	0.5	0.7	0.8	1	1.25	1.5	1.75	2	2.5
b(参考)	18	20	22	24	28	32	36	44	52
d_k(max)	5.5	7	8.5	10	13	16	18	24	30
k(max)	3	4	5	6	8	10	12	16	20
t(min)	1.3	2	2.5	3	4	5	6	8	10
s(公称)	2.5	3	4	5	6	8	10	14	17
e(min)	2.87	3.44	4.58	5.72	6.86	9.15	11.43	16.00	19.44
r(min)	0.1	0.2	0.2	0.25	0.4	0.4	0.6	0.6	0.8
公称长度 l	5~30	6~40	8~50	10~60	12~80	16~100	20~120	25~160	30~200
l≤表中数值时，制出全螺纹	20	25	25	30	35	40	45	55	65
l 系列	2.5,3,4,5,6,8,10,12,16,20,25,30,35,40,45,50,55,60,65,70,80,90,100,110,120,130,140,150,160,180,200,220,240,260,280,300								

注：螺纹规格 M1.6~M64。

附表 B-7　十字槽沉头螺钉（摘自 GB/T 819.1—2016）　　（单位：mm）



标记示例

螺纹规格 M5、公称长度 l=20、性能等级为 4.8 级、不经表面处理的 H 型十字槽沉头螺钉：

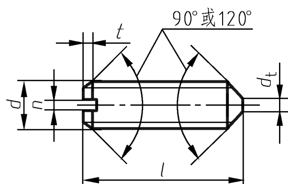
螺钉　GB/T 819.1　M5×20

螺纹规格				M1.6	M2	M2.5	M3	M4	M5	M6	M8	M10
P				0.35	0.4	0.45	0.5	0.7	0.8	1	1.25	1.5
a			max	0.7	0.8	0.9	1	1.4	1.6	2	2.5	3
b			min	25	25	25	25	38	38	38	38	38
d_k	理论值		max	3.6	4.4	5.5	6.3	9.4	10.4	12.6	17.3	20
	实际值		max	3	3.8	4.7	5.5	8.4	9.3	11.3	15.8	18.3
			min	2.7	3.5	4.4	5.2	8	8.9	10.9	15.4	17.8
k			max	1	1.2	1.5	1.65	2.7	2.7	3.3	4.65	5
r			max	0.4	0.5	0.6	0.8	1	1.3	1.5	2	2.5
x			max	0.9	1	1.1	1.25	1.75	2	2.5	3.2	3.8
十字槽	槽号			0		1		2		3	4	
	H 型	m（参考）		1.6	1.9	2.9	3.2	4.6	5.2	6.8	8.9	10
		插入深度	min	0.6	0.9	1.4	1.7	2.1	2.7	3	4	5.1
			max	0.9	1.2	1.8	2.1	2.6	3.2	3.5	4.6	5.7
	Z 型	m（参考）		1.6	1.9	2.8	3	4.4	4.9	6.6	8.8	9.8
		插入深度	min	0.7	0.95	1.45	1.6	2.05	2.6	3	4.15	5.2
			max	0.95	1.2	1.75	2	2.5	3.05	3.45	4.6	5.65
l												
公称	min	max										
3	2.8	3.2										
4	3.7	4.3										
5	4.7	5.3										
6	5.7	6.3										
8	7.7	8.3										
10	9.7	10.3				商品						
12	11.6	12.4										
(14)	13.6	14.4										
16	15.6	16.4						规格				
20	19.6	20.4										
25	24.6	25.4										
30	29.6	30.4								范围		
35	34 5	35 5										
40	39.5	40.5										
45	44.5	45.5										
50	49 5	50 5										
(55)	54.4	55.6										
60	59.4	60.6										

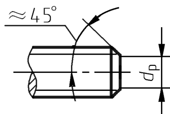
注：1. 尽可能不采用括号内的规格。
2. P 为螺距。
3. d_k 的理论值按 GB/T 5279 的规定。
4. 公称长度在虚线以上的螺钉，制出全螺纹［$b=l-(k+a)$］。

附表 B-8　紧定螺钉

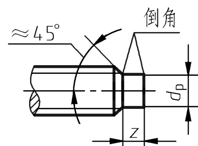
开槽锥端紧定螺钉
(GB/T 71—1985)



开槽锥端紧定螺钉
(GB/T 73—2017)



开槽锥端紧定螺钉
(GB/T 75—1985)



标记示例

螺纹规格 M5、公称长度 $l=12$、性能等级为 14H 级、表面氧化的开槽长圆柱端紧定螺钉：

螺钉　GB/T 75　M5×12

螺纹规格 *d*		M1.6	M2	M2.5	M3	M4	MS	M6	M8	M10	M12
P(螺距)		0.35	0.4	0.45	0.5	0.7	0.8	1	1.25	1.5	1.75
n		0.25	0.25	0.4	0.4	0.6	0.8	1	1.2	1.6	2
t		0.74	0.84	0.95	1.05	1.42	1.63	2	2.5	3	3.6
d_t		0.16	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	1.5	2	2.5	3
d_p		0.8	1	1.5	2	2.5	3.5	4	5.5	7	8.5
z		1.05	1.25	1.5	1.75	2.25	2.75	3.25	4.3	5.3	6.3
l	GB/T 71—1985	2~8	3~10	3~12	4~16	6~20	8~25	8~30	10~40	12~50	14~60
	GB/T 73—2017	2~8	2~10	2.5~12	3~16	4~20	5~25	6~30	8~40	10~50	12~60
	GB/T 75—1985	2.5~8	3~10	4~12	5~16	6~20	8~25	10~30	10~40	12~50	14~60
l 系列		2,2.5,3,4,5,6,8,10,12,(14),16,20,25,30,35,40,45,50,(55),60									

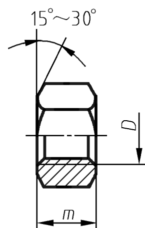
注：1. *l* 为公称长度。

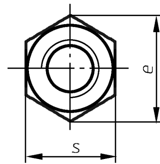
2. 括号内的规格尽可能不采用。

4. 螺母

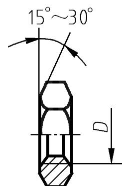
附表 B-9　螺母　　（单位：mm）

六角螺母—C级
(GB/T 41—2016)

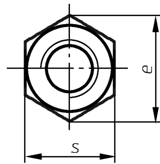




1型六角螺母—A和B级
(GB/T 6170—2015)



六角螺母
(GB/T 6172.1—2016)



标记示例

螺纹规格 M12、性能等级为 5 级、不经表面处理、C 级的六角螺母：

螺母　GB/T 41　M12

螺纹规格 M12、性能等级为 8 级、不经表面处理、A 级的 1 型六角螺母：

螺母　GB/T 6170　M12

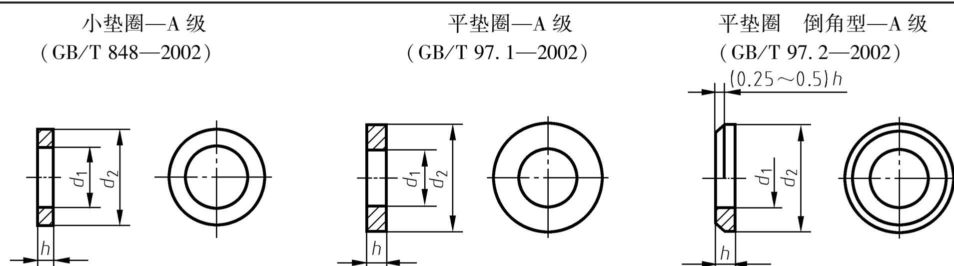
（续）

螺纹规格		M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42
e	GB/T 41			8. 63	10. 89	14. 20	17. 59	19. 85	26. 17	32. 95	39. 55	50. 85	60. 79	72. 02
	GB/T 6170	6. 01	7. 66	8. 79	11. 05	14. 38	17. 77	20. 03	26. 75	32. 95	39. 55	50. 85	60. 79	72. 02
	GB/T 6172. 1	6. 01	7. 66	8. 79	11. 05	14. 38	17. 77	20. 03	26. 75	32. 95	39. 55	50. 85	60. 79	72. 02
s	GB/T 41			8	10	13	16	18	24	30	36	46	55	65
	GB/T 6170	5. 5	7	8	10	13	16	18	24	30	36	46	55	65
	GB/T 6172. 1	5. 5	7	g	10	13	16	18	24	30	36	46	55	65
m	GB/T 41			5. 6	6. 1	7. 9	9. 5	12. 2	15. 9	18. 7	22. 3	26. 4	31. 5	34. 9
	GB/T 6170	2. 4	3. 2	4. 7	5. 2	6. 8	8. 4	10. 8	14. 8	18	21. 5	25. 6	31	34
	GB/T 6172. 1	1. 8	2. 2	2. 7	3. 2	4	5	6	8	10	12	15	18	21

注：A 级用于 $D \leqslant 16$；B 级用于 $D > 16$。

5. 垫圈

附表 B-10　平垫圈　　（单位：mm）



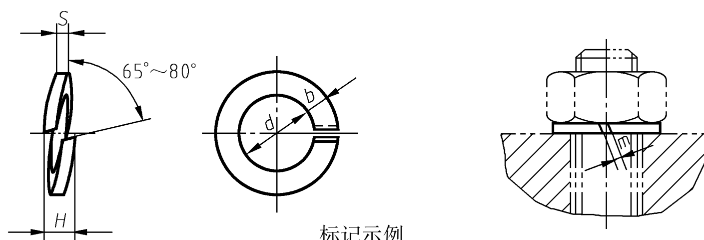
标记示例

标准系列、规格 8、硬度等级为 200HV 级、不经表面处理的平垫圈：垫圈　GB/T 97. 1　8

公称尺寸（螺纹规格 *d*）		1. 6	2	2. 5	3	4	5	6	8	10	12	14	16	20	24	30	36
d_1	GB/T 848	1. 7	2. 2	2. 7	3. 2	4. 3	5. 3	6. 4	8. 4	10. 5	13	15	17	21	25	31	37
	GB/T 97. 1	1. 7	2. 2	2. 7	3. 2	4. 3	5. 3	6. 4	8. 4	10. 5	13	15	17	21	25	31	37
	GB/T 97. 2						5. 3	6. 4	8. 4	10. 5	13	15	17	21	25	31	37
d_2	GB/T 848	3. 5	4. 5	5	6	8	9	11	15	18	20	24	28	34	39	50	60
	GB/T 97. 1	4	5	6	7	9	10	12	16	20	24	28	30	37	44	56	66
	GB/T 97. 2						10	12	16	20	24	28	30	37	44	56	66
h	GB/T 848	0. 3	0. 3	0. 5	0. 5	0. 5	1	1. 6	1. 6	1. 6	2	2. 5	2. 5	3	4	4	5
	GB/T 97. 1	0. 3	0. 3	0. 5	0. 5	0. 8	1	1. 6	1. 6	2	2. 5	2. 5	3	3	4	4	5
	GB/T 97. 2						1	1. 6	1. 6	2	2. 5	2. 5	3	3	4	4	5

附表 B-11　弹簧垫圈　　（单位：mm）

标准型弹簧垫圈（GB/T 93—1987）　　轻型弹簧垫圈（GB/T 859—1987）



标记示例

规格 16、材料为 65Mn、表面氧化的标准型弹簧垫圈：垫圈　GB/T 93　16

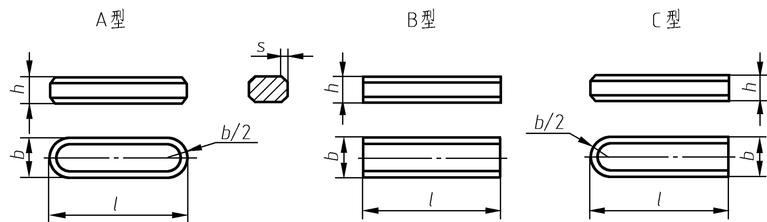
（续）

规格(螺纹大径)		3	4	5	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30
d		3. 1	4. 1	5. 1	6. 1	8. 1	10. 2	12. 2	14. 2	16. 2	18. 2	20. 2	22. 5	24. 5	27. 5	30. 5
H	GB/T 93	1. 6	2. 2	2. 6	3. 2	4. 2	5. 2	6. 2	7. 2	8. 2	9	10	11	12	13. 6	15
	GB/T 859	1. 2	1. 6	2. 2	2. 6	3. 2	4	5	6	6. 4	7. 2	8	9	10	11	12
$S(b)$	GB/T 93	0. 8	1. 1	1. 3	1. 6	2. 1	2. 6	3. 1	3. 6	4. 1	4. 5	5	5. 5	6	6. 8	7. 5
S	GB/T 859	0. 6	0. 8	1. 1	1. 3	1. 6	2	2. 5	3	3. 2	3. 6	4	4. 5	5	5. 5	6
$m\leqslant$	GB/T 93	0. 4	0. 55	0. 65	0. 8	1. 05	1. 3	1. 55	1. 8	2. 05	2. 25	2. 5	2. 75	3	3. 4	3. 75
	GB/T 859	0. 3	0. 4	0. 55	0. 65	0. 8	1	1. 25	1. 5	1. 6	1. 8	2	2. 25	2. 5	2. 75	3
b	GB/T 859	1	1. 2	1. 5	2	2. 5	3	3. 5	4	4. 5	5	5. 5	6	7	8	9

注：1. 括号内的规格尽可能不采用。
　　2. m 应大于零。

6. 键

附表 B-12　普通型平键的形式、尺寸与公差（GB/T 1096—2003）　　（单位：mm）



标记示例

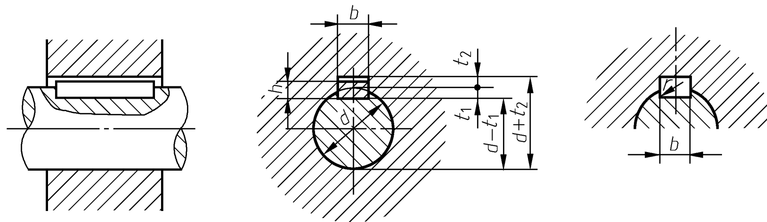
圆头普通平键(A 型)、$b=18$mm、$h=11$mm、$l=100$mm：GB/T 1096　键 18×11×100

方头普通平键(B 型)、$b=18$mm、$h=11$mm、$l=100$mm：GB/T 1096　键 B18×11×100

单圆头普通平键(C 型)、$b=18$mm、$h=11$mm、$l=100$mm：GB/T 1096　键 C18×11×100

宽度 b（基本尺寸）	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25
宽度 h（基本尺寸）	2	3	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	14	14
s	0. 16~0. 25			0. 25~0. 40			0. 40~0. 60					0. 60~0. 80		
l	6~20	6~36	8~45	10~56	14~70	18~90	22~110	28~140	36~160	45~180	50~200	56~220	63~250	70~280
l 系列	6,8,10,12,14,16,18,20,22,25,28,32,36,40,45,50,56,63,70,80,90,100,110,125,140,160,180,200,220,250,280													

附表 B-13　普通型平键键槽的剖面尺寸与公差（GB/T 1095—2003）　　（单位：mm）

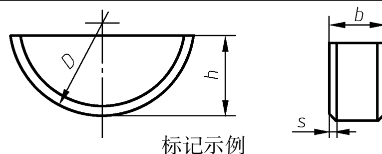


（续）

键尺寸 b×h	键槽											
	宽度 b						深度				半径 r	
	基本尺寸	极限偏差					轴 t_1		毂 t_2			
		正常连接		紧密连接	松连接		基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差		
		轴 N9	毂 JS9	轴和毂 P9	轴 H9	毂 D10					最小	最大
2×2	2	−0.004 −0.029	±0.0125	−0.006 −0.031	+0.025 0	+0.060 +0.020	1.2	+0.1 0	1	+0.1 0	0.08	0.16
3×3	3						1.8		1.4			
4×4	4	0 −0.030	±0.015	−0.012 −0.042	+0.030 0	+0.078 +0.030	2.5		1.8			
5×5	5						3.0		2.3		0.16	0.25
6×6	6						3.5		2.8			
8×7	8	0 −0.036	±0.018	−0.015 −0.051	+0.036 0	+0.098 +0.040	4.0	+0.2 0	3.3	+0.2 0		
10×8	10						5.0		3.3		0.25	0.40
12×8	12	0 −0.043	±0.0215	−0.018 −0.061	+0.043 0	+0.120 +0.050	5.0		3.3			
14×9	14						5.5		3.8			
16×10	16						6.0		4.3			
18×11	18						7.0		4.4			
20×12	20	0 −0.052	±0.026	−0.022 −0.074	+0.052 0	+0.149 +0.065	7.5		4.9		0.40	0.60
22×14	22						9.0		5.4			
25×14	25						9.0		5.4			
28×16	28						10.0		6.4			

注：平键槽的长度公差带用 H14。

附表 B-14　普通型半圆键的尺寸与公差（GB/T 1099.1—2003）　（单位：mm）



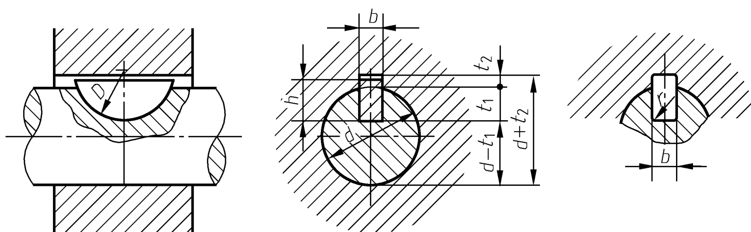
标记示例

半圆键　$b=6\text{mm}$、$h=10\text{mm}$、$d_1=25\text{mm}$：

GB/T 1099.1　键 6×10×25

键尺寸 b×h×D	宽度 b		高度 h		直径 D		倒角或圆角 s	
	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差（h12）	基本尺寸	极限偏差（h12）	最小	最大
1.0×1.4×4	1.0	0 −0.025	1.4	0 −0.10	4	0 −0.120	0.16	0.25
1.5×2.6×7	1.5		2.6		7	0 −0.150		
2.0×2.6×7	2.0		2.6		7			
2.0×3.7×10	2.0		3.7	0 −0.12	10			
2.5×3.7×10	2.5		3.7		10			
3.0×5.0×13	3.0		5.0		13	0 −0.180		
3.0×6.5×16	3.0		6.5	0 −0.15	16			
4.0×6.5×16	4.0		6.5		16		0.25	0.40
4.0×7.5×19	4.0		7.5		19	0 −0.210		
5.0×6.5×16	5.0		6.5		16	0 −0.180		
5.0×7.5×19	5.0		7.5		19	0 −0.210		
5.0×9.0×22	5.0		9.0		22			
6.0×9.0×22	6.0		9.0		22			
6.0×10.0×25	6.0		10.0		25			
8.0×11.0×28	8.0		11.0	0 −0.18	28		0.40	0.60
10.0×13.0×32	10.0		13.0		32	0 −0.250		

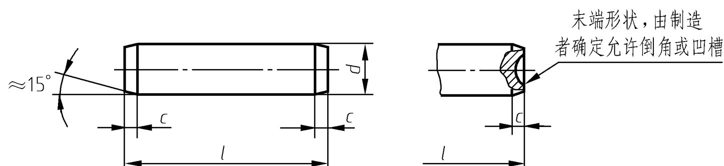
附表 B-15　半圆键键槽的剖面尺寸与公差（GB/T 1098—2003）　（单位：mm）



键尺寸 $b\times h\times D$	键槽											
	宽度 b						深度				半径 r	
	基本尺寸	极限偏差					轴 t_1		毂 t_2			
		正常连接		紧密连接	松连接		基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差		
		轴 N9	毂 JS9	轴和毂 P9	轴 H9	毂 D10					最小	最大
1. 0×1. 4×4 1.0×1.1×4	1. 0						1. 0		0. 6			
1. 5×2. 6×7 1. 5×2. 1×7	1. 5						2. 0		0. 8			
2. 0×2. 6×7 2. 0×2. 1×7	2. 0						1. 8	+0. 1 0	1. 0			
2. 0×3. 7×10 2. 0×3. 0×10	2. 0	−0. 004 −0. 029	±0. 0125	−0. 006 −0. 031	+0. 025 0	+0. 060 +0. 020	2. 9		1. 0		0. 16	0. 08
2. 5×3. 7×10 2. 5×3. 0×10	2. 5						2. 7		1. 2			
3. 0×5. 0×13 3. 0×4. 0×13	3. 0						3. 8		1. 4			
3. 0×6. 5×16 3. 0×5. 6×16	3. 0						5. 3		1. 4	+0. 1 0		
4. 0×6. 5×16 4. 0×5. 2×16	4. 0						5. 0		1. 8			
4. 0×7. 5×19 4. 0×6. 0×19	4. 0						6. 0	+0. 2 0	1. 8			
5. 0×6. 5×16 5. 0×5. 2×19	5. 0						4. 5		2. 3			
5. 0×7. 5×19 5. 0×6. 0×19	5. 0	0 −0. 030	±0. 015	−0. 012 −0. 042	+0. 030 0	+0. 078 +0. 030	5. 5		2. 3		0. 25	0. 16
5. 0×9. 0×22 5. 0×7. 2×22	5. 0						7. 0		2. 3			
6. 0×9. 0×22 6. 0×7. 2×22	6. 0						6. 5		2. 8			
6. 0× 10. 0×25 6. 0×8. 0×25	6. 0						7. 5	+0. 3 0	2. 8			
8. 0×11. 0×28 8. 0×8. 8×28	8. 0	0 −0. 036	±0. 018	−0. 015 −0. 051	+0. 036 0	+0. 098 +0. 040	8. 0		3. 3	+0. 2 0	0. 40	0. 25
10. 0× 13. 0×32 10. 0× 10. 4×32	10. 0						10. 0		3. 3			

7. 销

附表 B-16　圆柱销（GB/T 119.1—2000）——不淬硬钢和奥氏体不锈钢　　（单位：mm）



标记示例

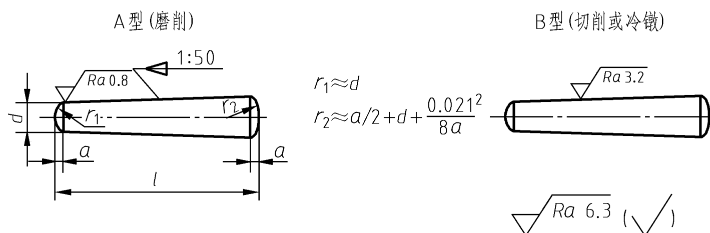
公称直径 $d=6$、公称长度 $l=30$、材料为钢、不经淬火、不经表面处理的圆柱销：

销　GB/T 119.1　6m6×30

公称直径 $d=6$	0.6	0.8	1	1.2	1.5	2	2.5	3	4	5
$c\approx$	0.12	0.16	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.50	0.63	0.80
l(商品规格范围公称长度)	2~6	2~8	4~10	4~12	4~16	6~20	6~24	8~30	8~40	10~50
公称直径 $d=6$	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50
$c\approx$	1.2	1.6	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.3	8.0
l(商品规格范围公称长度)	12~60	14~80	18~95	22~140	26~180	35~200	50~200	60~200	80~200	95~200
l 系列	2,3,4,5,6,8,10,12,14,16,18,20,22,24,26,28,30,32,35,40,45,50,55,60,65,70,75,80,85,90,95,100,120,140,160,180,200									

注：1. 材料用钢的强度要求为 125~245HV30，用奥氏体不锈钢 A1（GB/T 3098.6）时硬度要求为 210~280HV30。
2. 公差 m6：表面粗糙度 Ra 值≤0.8μm；公差 m8：表面粗糙度 Ra 值≤1.6μm。

附表 B-17　圆锥销（GB/T 117—2000）　　（单位：mm）



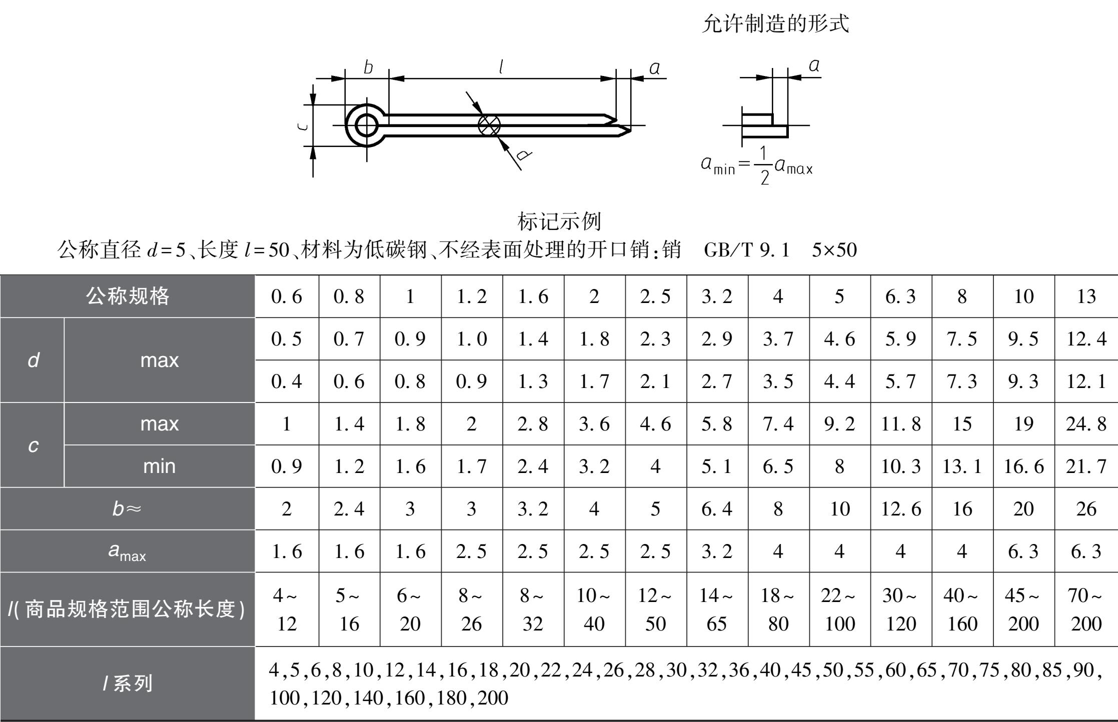
标记示例

公称直径 $d=6$、公称长度 $l=60$、材料为 35 钢、热处理硬度 28~38HRC、表面氧化处理的 A 型圆锥销：

销　GB/T 117　10×60

d(公称)	0.6	0.8	1	1.2	1.5	2	2.5	3	4	5
$a\approx$	0.08	0.1	0.12	0.16	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.63
l(商品规格范围公称长度)	4~8	5~12	6~16	6~20	8~24	10~35	10~35	12~45	14~55	18~60
d(公称)	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50
$a\approx$	0.8	1	1.2	1.6	2	2.5	3	4	5	6.3
l(商品规格范围公称长度)	22~90	22~120	26~160	32~180	40~200	45~200	50~200	55~200	60~200	65~200
l 系列	2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90,95, 100, 120, 140, 160, 180, 200									

附表 B-18 开口销（GB/T 91—2000） （单位：mm）



标记示例

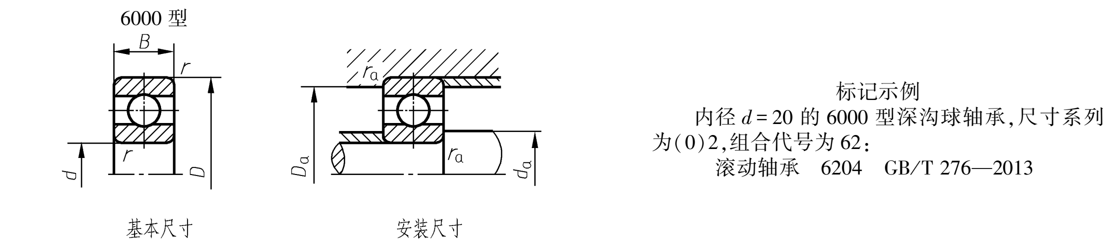
公称直径 d=5、长度 l=50、材料为低碳钢、不经表面处理的开口销：销 GB/T 9. 1 5×50

公称规格		0.6	0.8	1	1.2	1.6	2	2.5	3.2	4	5	6.3	8	10	13
d	max	0.5	0.7	0.9	1.0	1.4	1.8	2.3	2.9	3.7	4.6	5.9	7.5	9.5	12.4
		0.4	0.6	0.8	0.9	1.3	1.7	2.1	2.7	3.5	4.4	5.7	7.3	9.3	12.1
c	max	1	1.4	1.8	2	2.8	3.6	4.6	5.8	7.4	9.2	11.8	15	19	24.8
	min	0.9	1.2	1.6	1.7	2.4	3.2	4	5.1	6.5	8	10.3	13.1	16.6	21.7
$b\approx$		2	2.4	3	3	3.2	4	5	6.4	8	10	12.6	16	20	26
a_{max}		1.6	1.6	1.6	2.5	2.5	2.5	2.5	3.2	4	4	4	4	6.3	6.3
l(商品规格范围公称长度)		4~12	5~16	6~20	8~26	8~32	10~40	12~50	14~65	18~80	22~100	30~120	40~160	45~200	70~200
l 系列		4,5,6,8,10,12,14,16,18,20,22,24,26,28,30,32,36,40,45,50,55,60,65,70,75,80,85,90,100,120,140,160,180,200													

注：公称规格等与开口销孔直径推荐的公差为，公称规格≤1.2：H13；公称规格>1.2：H14。

8. 滚动轴承

附表 B-19 深沟球轴承（GB/T 276—2013） （单位：mm）



标记示例

内径 d=20 的 6000 型深沟球轴承，尺寸系列为(0)2，组合代号为 62：

滚动轴承 6204 GB/T 276—2013

轴承代号	基本尺寸				安装尺寸		
	d	D	B	r_s (min)	d_a (min)	D_a (max)	r_{as} (max)
(1)0 尺寸系列							
6000	10	26	8	0.3	12.4	23.6	0.3
6001	12	28	8	0.3	14.4	25.6	0.3
6002	15	32	9	0.3	17.4	29.6	0.3
6003	17	35	10	0.3	19.4	32.6	0.3
6004	20	42	12	0.6	25	37	0.6
6005	25	47	12	0.6	30	42	0.6
6006	30	55	13	1	36	49	1
6007	35	62	14	1	41	56	1
6008	40	68	15	1	46	62	1
6009	45	75	16	1	51	69	1
6010	50	80	16	1	56	74	1

（续）

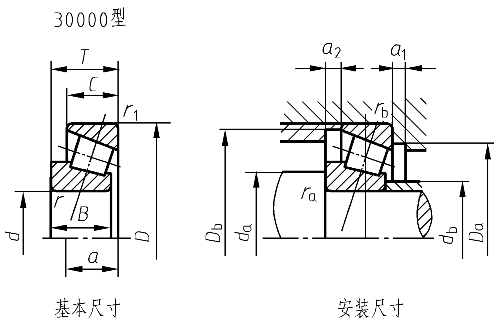
轴承代号	基本尺寸				安装尺寸		
	d	D	B	r_s (min)	d_a (min)	D_a (max)	r_{as} (max)
(1)0尺寸系列							
6011	55	90	18	1. 1	62	83	1
6012	60	95	18	1. 1	67	88	1
6013	65	100	18	1. 1	72	93	1
6014	70	110	20	1. 1	77	103	1
6015	75	115	20	1. 1	82	108	1
6016	80	125	22	1. 1	87	118	1
6017	85	130	22	1. 1	92	123	1
6018	90	140	24	1. 5	99	131	1. 5
6019	95	145	24	1. 5	104	136	1. 5
6020	100	150	24	1. 5	109	141	1. 5
(0)2尺寸系列							
6200	10	30	9	0. 6	15	25	0. 6
6201	12	32	10	0. 6	17	27	0. 6
6202	15	35	11	0. 6	20	30	0. 6
6203	17	40	12	0. 6	22	35	0. 6
6204	20	47	14	1	26	41	1
6205	25	52	15	1	31	46	1
6206	30	62	16	1	36	56	1
6207	35	72	17	1. 1	42	65	1
6208	40	80	18	1. 1	47	73	1
6209	45	85	19	1. 1	52	78	1
6210	50	90	20	1. 1	57	83	1
6211	55	100	21	1. 5	64	91	1. 5
6212	60	110	22	1. 5	69	101	1. 5
6213	65	120	23	1. 5	74	111	1. 5
6214	70	125	24	1. 5	79	116	1. 5
6215	75	130	25	1. 5	84	121	1. 5
6216	80	140	26	2	90	130	2
6217	85	150	28	2	95	140	2
6218	90	160	30	2	100	150	2
6219	95	170	32	2. 1	107	158	2. 1
6220	100	180	34	2. 1	112	168	2. 1
(0)3尺寸系列							
6300	10	35	11	0. 6	15	30	0. 6
6301	12	37	12	1	18	31	1
6302	15	42	13	1	21	36	1
6303	17	47	14	1	23	41	1
6304	20	52	15	1. 1	27	45	1
6305	25	62	17	1. 1	32	55	1
6306	30	72	19	1. 1	37	65	1
6307	35	80	21	1. 5	44	71	1. 5
6308	40	90	23	1. 5	49	81	1. 5
6309	45	100	25	1. 5	54	91	1. 5
6310	50	110	27	2	60	100	2
6311	55	120	29	2	65	no	2
6312	60	130	31	2. 1	72	118	2. 1
6313	65	140	33	2. 1	77	128	2. 1
6314	70	150	35	2. 1	82	138	2. 1
6315	75	160	37	2. 1	87	148	2. 1

（续）

轴承代号	基本尺寸				安装尺寸		
	d	D	B	r_s (min)	d_a (min)	D_a (max)	r_{as} (max)
(0)3尺寸系列							
6316	80	170	39	2. 1	92	158	2. 1
6317	85	180	41	3	99	166	2. 5
6318	90	190	43	3	104	176	2. 5
6319	95	200	45	3	109	186	2. 5
6320	100	215	47	3	114	201	2. 5
(0)4尺寸系列							
6403	17	62	17	1. 1	24	55	1
6404	20	72	19	1. 1	27	65	1
6405	25	80	21	1. 5	34	71	1. 5
6406	30	90	23	1. 5	39	81	1. 5
6407	35	100	25	1. 5	44	91	1. 5
6408	40	110	27	2	50	100	2
6409	45	120	29	2	55	110	2
6410	50	130	31	2. 1	62	118	2. 1
6411	55	140	33	2. 1	67	128	2. 1
6412	60	150	35	2. 1	72	138	2. 1
6413	65	160	37	2. 1	77	148	2. 1
6414	70	180	42	3	84	166	2. 5
6415	75	190	45	3	89	176	2. 5
6416	80	200	48	3	94	186	2. 5
6417	85	210	52	4	103	192	3
6418	90	225	54	4	108	207	3
6420	100	250	58	4	118	232	3

注：r_s 为 r 的单向倒角尺寸；r_{as} 为 r_a 的单向倒角尺寸。

附表 B-20　圆锥滚子轴承（GB/T 297—2015）　　（单位：mm）



基本尺寸　　安装尺寸

标记示例

内径 d = 20mm，尺寸系列代号为 02 的圆锥滚子轴承：

滚动轴承　30204　GB/T 297—2015

轴承代号	基本尺寸								安装尺寸								
	d	D	T	B	C	r_s (min)	r_{1s} (min)	a (≈)	d_a (min)	d_b (max)	D_a (min)	D_a (max)	D_b (min)	a_1 (min)	a_2 (min)	r_{as} (max)	r_{bs} (max)
02尺寸系列																	
30203	17	40	13. 25	12	11	1	1	9. 9	23	23	34	34	37	2	2. 5	1	1
30204	20	47	15. 25	14	12	1	1	11. 2	26	27	40	41	43	2	3. 5	1	1
30205	25	52	16. 25	15	13	1	1	12. 5	31	31	44	46	48	2	3. 5	1	1
30206	30	62	17. 25	16	14	1	1	13. 8	36	37	53	56	58	2	3. 5	1	1
30207	35	72	18. 25	17	15	1. 5	1. 5	15. 3	42	44	62	65	67	3	3. 5	1. 5	1. 5
30208	40	80	19. 75	18	16	1. 5	1. 5	16. 9	47	49	69	73	75	3	4	1. 5	1. 5

（续）

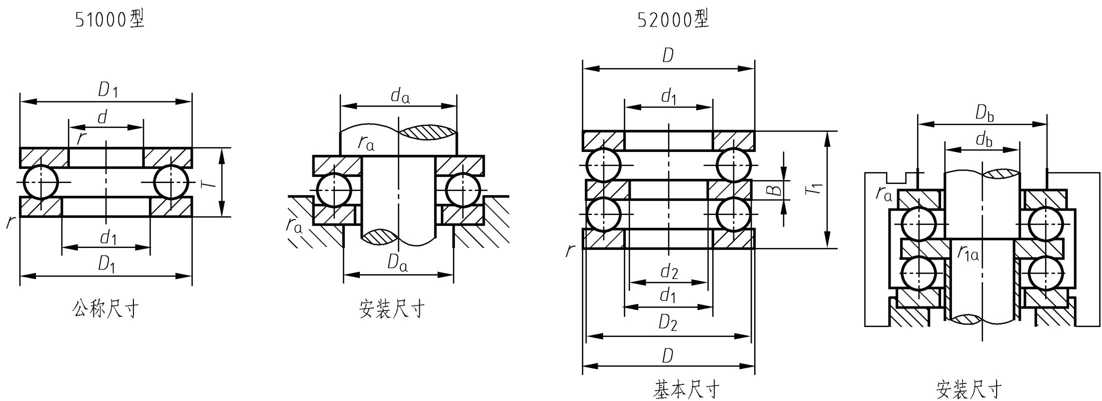
轴承代号	基本尺寸								安装尺寸								
	d	D	T	B	C	r_s (min)	r_{ls} (min)	a (≈)	d_a (min)	d_b (max)	D_a (min)	D_a (max)	D_b (min)	a_1 (min)	a_2 (min)	r_{as} (max)	r_{bs} (max)
02 尺寸系列																	
30209	45	85	20. 75	19	16	1. 5	1. 5	18. 6	52	53	74	78	80	3	5	1. 5	1. 5
30210	50	90	21. 75	20	17	1. 5	1. 5	20	57	58	79	83	86	3	5	1. 5	1. 5
30211	55	100	22. 75	21	18	2	1. 5	21	64	64	88	91	95	4	5	2	1. 5
30212	60	110	23. 75	22	19	2	1. 5	22. 3	69	69	96	101	103	4	5	2	1. 5
30213	65	120	24. 75	23	20	2	1. 5	23. 8	74	77	106	111	114	4	5	2	1. 5
30214	70	125	26. 25	24	21	2	1. 5	25. 8	79	81	110	116	119	4	5. 5	2	1. 5
30215	75	130	27. 25	25	22	2	1. 5	27. 4	84	85	115	121	125	4	5. 5	2	1. 5
30216	80	140	28. 25	26	22	2. 5	2	28. 1	90	90	124	130	133	4	6	2. 1	2
30217	85	150	30. 5	28	24	2. 5	2	30. 3	95	96	132	140	142	5	6. 5	2. 1	2
30218	90	160	32. 5	30	26	2. 5	2	32. 3	100	102	140	150	151	5	6. 5	2. 1	2
30219	95	170	34. 5	32	27	3	2. 5	34. 2	107	108	149	158	160	5	7. 5	2. 5	2. 1
30220	100	180	37	34	29	3	2. 5	36. 4	112	114	157	168	169	5	8	2. 5	2. 1
03 尺寸系列																	
30302	15	42	14. 25	13	11	1	1	9. 6	21	22	36	36	38	2	3. 5	1	1
30303	17	47	15. 25	14	12	1	1	10. 4	23	25	40	41	43	3	3. 5	1	1
30304	20	52	16. 25	15	13	1. 5	1. 5	11. 1	27	28	44	45	48	3	3. 5	1. 5	1. 5
30305	25	62	18. 25	17	15	1. 5	1. 5	13	32	34	54	55	58	3	3. 5	1. 5	1. 5
30306	30	72	20. 75	19	16	1. 5	1. 5	15. 3	37	40	62	65	66	3	5	1. 5	1. 5
30307	35	80	22. 75	21	18	2	1. 5	16. 8	44	45	70	71	74	3	5	2	1. 5
30308	40	90	25. 25	23	20	2	1. 5	19. 5	49	52	77	81	84	3	5. 5	2	1. 5
30309	45	100	27. 25	25	22	2	1. 5	21. 3	54	59	86	91	94	3	5. 5	2	1. 5
30310	50	110	29. 25	27	23	2. 5	2	23	60	65	95	100	103	4	6. 5	2	2
30311	55	120	31. 5	29	25	2. 5	2	24. 9	65	70	104	110	112	4	6. 5	2. 5	2
30312	60	130	33. 5	31	26	3	2. 5	26. 6	72	76	112	118	121	5	7. 5	2. 5	2. 1
30313	65	140	36	33	28	3	2. 5	28. 7	77	83	122	128	131	5	8	2. 5	2. 1
30314	70	150	38	35	30	3	2. 5	30. 7	82	89	130	138	141	5	8	2. 5	2. 1
30315	75	160	40	37	31	3	2. 5	32	87	95	139	148	150	5	9	2. 5	2. 1
30316	80	170	42. 5	39	33	3	2. 5	34. 4	92	102	148	158	160	5	9. 5	2. 5	2. 1
30317	85	180	44. 5	41	34	4	3	35. 9	99	107	156	166	168	6	10. 5	3	2. 5
30318	90	190	46. 5	43	36	4	3	37. 5	104	113	165	176	178	6	10. 5	3	2. 5
30319	95	200	49. 5	45	38	4	3	40. 1	109	118	172	186	185	6	11. 5	3	2. 5
30320	100	215	51. 5	47	39	4	3	42. 2	114	127	184	201	199	6	12. 5	3	2. 5
22 尺寸系列																	
32206	30	62	21. 25	20	17	1	1	15. 6	36	36	52	56	58	3	4. 5	1	1
32207	35	72	24. 25	23	19	1. 5	1. 5	17. 9	42	42	61	65	68	3	5. 5	1. 5	1. 5
32208	40	80	24. 75	23	19	1. 5	1. 5	18. 9	47	48	68	73	75	3	6	1. 5	1. 5
32209	45	85	24. 75	23	19	us	1. 5	20. 1	52	53	73	78	81	3	6	1. 5	1. 5
32210	50	90	24. 75	23	19	1. 5	1. 5	21	57	57	78	83	86	3	6	1. 5	1. 5
32211	55	100	26. 75	25	21	2	1. 5	22. 8	64	62	87	91	96	4	6	2	1. 5
32212	60	110	29. 75	28	24	2	1. 5	25	69	68	95	101	105	4	6	2	1. 5
32213	65	120	32. 75	31	27	2	1. 5	27. 3	74	75	104	111	115	4	6	2	1. 5
32214	70	125	33. 25	31	27	2	1. 5	28. 8	79	79	108	116	120	4	6. 5	2	1. 5
32215	75	130	33. 25	31	27	2	1. 5	30	84	84	115	121	126	4	6. 5	2	1. 5
32216	80	140	35. 25	33	28	2. 5	2	31. 4	90	89	122	130	135	5	7. 5	2. 1	2
32217	85	150	38. 5	36	30	2. 5	2	33. 9	95	95	130	140	143	5	8. 5	2. 1	2
32218	90	160	42. 5	40	34	2. 5	2	36. 8	100	101	138	150	153	5	8. 5	2. 1	2
32219	95	170	45. 5	43	37	3	2. 5	39. 2	107	106	145	158	163	5	8. 5	2. 5	2. 1
32220	100	180	49	46	39	3	2. 5	41. 9	112	113	154	168	172	5	10	2. 5	2. 1

（续）

轴承代号	基本尺寸								安装尺寸								
	d	D	T	B	C	r_s (min)	r_{ls} (min)	a (≈)	d_a (min)	d_b (max)	D_a (min)	D_a (max)	D_b (min)	a_1 (min)	a_2 (min)	r_{as} (max)	r_{bs} (max)
23尺寸系列																	
32303	17	47	20. 25	19	16	1	1	12. 3	23	24	39	41	43	3	4. 5	1	1
32304	20	52	22. 25	21	18	1. 5	1. 5	13. 6	27	26	43	45	48	3	4. 5	1. 5	1. 5
32305	25	62	25. 25	24	20	1. 5	1. 5	15. 9	32	32	52	55	58	3	5. 5	1. 5	1. 5
32306	30	72	28. 75	27	23	1. 5	1. 5	18. 9	37	38	59	65	66	4	6	1. 5	1. 5
32307	35	80	32. 75	31	25	2	1. 5	20. 4	44	43	66	71	74	4	8. 5	2	1. 5
32308	40	90	35. 25	33	27	2	1. 5	23. 3	49	49	73	81	83	4	8. 5	2	1. 5
32309	45	100	38. 25	36	30	2	1. 5	25. 6	54	56	82	91	93	4	8. 5	2	1. 5
32310	50	110	42. 25	40	33	2. 5	2	28. 2	60	61	90	100	102	5	9. 5	2	2
32311	55	120	45. 5	43	35	2. 5	2	30. 4	65	66	99	110	111	5	10	2. 5	2
32312	60	130	48. 5	46	37	3	2. 5	32	72	72	107	118	122	6	11. 5	2. 5	2. 1
32313	65	140	51	48	39	3	2. 5	34. 3	77	79	117	128	131	6	12	2. 5	2. 1
32314	70	150	54	51	42	3	2. 5	36. 5	82	84	125	138	141	6	12	2. 5	2. 1
32315	75	160	58	55	45	3	2. 5	39. 4	87	91	133	148	150	7	13	2. 5	2. 1
32316	80	170	61. 5	58	48	3	2. 5	42. 1	92	97	142	158	160	7	13. 5	2. 5	2. 1
32317	85	180	63. 5	60	49	4	3	43. 5	99	102	150	166	168	8	14. 5	3	2. 5
32318	90	190	67. 5	64	53	4	3	46. 2	104	107	157	176	178	8	14. 5	3	2. 5
32319	95	200	71. 5	67	55	4	3	49	109	114	166	186	187	8	16. 5	3	2. 5
32320	100	215	77. 5	73	60	4	3	52. 9	114	122	177	201	201	8	17. 5	3	2. 5

注：r_s 等含义同上表。

附表 B-21　推力球轴承（GB/T 301—2015）　　（单位：mm）



标记示例

内径 d=20mm，51000 型推力球轴承，12 尺寸系列：滚动轴承　51204　GB/T 301—2015

轴承代号		基本尺寸											安装尺寸					
		d	d_2	D	T	T_1	d_1 (min)	D_1 (max)	D_2 (max)	B	r_s (min)	r_{ls} (min)	d_a (min)	D_a (max)	D_b (min)	d_b (max)	r_{as} (max)	r_{las} (max)
12（51000 型）、22（52000 型）尺寸系列																		
51200	—	10	—	26	11	—	12	26	—	—	0. 6	—	20	16		—	0. 6	—
51201	—	12	—	28	11	—	14	28	—	—	0. 6	—	22	18		—	0. 6	—
51202	52202	15	10	32	12	22	17	32	32	5	0. 6	0. 3	25	22		15	0. 6	0. 3
51203	—	17	—	35	12	—	19	35	—	—	0. 6	—	28	24		—	0. 6	—
51204	52204	20	15	40	14	26	22	40	40	6	0. 6	0. 3	32	28		20	0. 6	0. 3

（续）

轴承代号		基本尺寸											安装尺寸					
		d	d_2	D	T	T_1	d_1 (min)	D_1 (max)	D_2 (max)	B	r_s (min)	r_{1s} (min)	d_a (min)	D_a (max)	D_b (min)	d_b (max)	r_{as} (max)	r_{1as} (max)
12(51000型)、22(52000型)尺寸系列																		
51205	52205	25	20	47	15	28	27	47	47	7	0.6	0.3	38	34		25	0.6	0.3
51206	52206	30	25	52	16	29	32	52	52	7	0.6	0.3	43	39		30	0.6	0.3
51207	52207	35	30	62	18	34	37	62	62	8	1	0.3	51	46		35	1	0.3
51208	52208	40	30	68	19	36	42	68	68	9	1	0.6	57	51		40	1	0.6
51209	52209	45	35	73	20	37	47	73	73	9	1	0.6	62	56		45	1	0.6
51210	52210	50	40	78	22	39	52	78	78	9	1	0.6	67	61		50	1	0.6
51211	52211	55	45	90	25	45	57	90	90	10	1	0.6	76	69		55	1	0.6
51212	52212	60	50	95	26	46	62	95	95	10	1	0.6	81	74		60	1	0.6
51213	52213	65	55	100	27	47	67	100		10	1	0.6	86	79	79	65	1	0.6
51214	52214	70	55	105	27	47	72	105		10	1	1	91	84	84	70	1	1
51215	52215	75	60	110	27	47	77	110		10	1	1	96	89	89	75	1	1
51216	52216	80	65	115	28	48	82	115		10	1	1	101	94	94	80	1	1
51217	52217	85	70	125	31	55	88	125		12	1	1	109	101	109	85	1	1
51218	52218	90	75	135	35	62	93	135		14	1.1	1	117	108	108	90	1	1
51220	52220	100	85	150	38	67	103	150		15	1.1	1	130	120	120	100	1	1
13(51000型)、23(52000)尺寸系列																		
51304	—	20	—	47	18	—	22	47		—	1	—	36	31	—	—	1	—
51305	52305	25	20	52	18	34	27	52		8	1	0.3	41	36	36	25	1	0.3
51306	52306	30	25	60	21	38	32	60		9	1	0.3	48	42	42	30	1	0.3
51307	52307	35	30	68	24	44	37	68		10	1	0.3	55	48	48	35	1	0.3
51308	52308	40	30	78	26	49	42	78		12	1	0.6	63	55	55	40	1	0.6
51309	52309	45	35	85	28	52	47	85		12	1	0.6	69	61	61	45	1	0.6
51310	52310	50	40	95	31	58	52	95		14	1.1	0.6	77	68	68	50	1	0.6
51311	52311	55	45	105	35	64	57	105		15	1.1	0.6	85	75	75	55	1	0.6
51312	52312	60	50	110	35	64	62	110		15	1.1	0.6	90	80	80	60	1	0.6
51313	52313	65	55	115	36	65	67	115		15	1.1	0.6	95	85	85	65	1	0.6
51314	52314	70	55	125	40	72	72	125		16	1.1	1	103	92	92	70	1	1
51315	52315	75	60	135	44	79	77	135		18	1.5	1	111	99	99	75	1.5	1
51316	52316	80	65	140	44	79	82	140		18	1.5	1	116	104	104	80	1.5	1
51317	52317	85	70	150	49	87	88	150		19	1.5	1	124	111	114	85	1.5	1
51318	52318	90	75	155	50	88	93	155		19	1.5	1	129	116	116	90	1.5	1
51320	52320	100	85	170	55	97	103	170		21	1.5	1	142	128	128	100	1.5	1
14(51000型)、24(52000型)尺寸系列																		
51405	52405	25	15	60	24	45	27	60		11	1	0.6	46	39		25	1	0.6
51406	52406	30	20	70	28	52	32	70		12	1	0.6	54	46		30	1	0.6
51407	52407	35	25	80	32	59	37	80		14	1.1	0.6	62	53		35	1	0.6
51408	52408	40	30	90	36	65	42	90		15	1.1	0.6	70	60		40	1	0.6
51409	52409	45	35	100	39	72	47	100		17	1.1	0.6	78	67		45	1	0.6
51410	52410	50	40	110	43	78	52	110		18	1.5	0.6	86	74		50	1.5	0.6
51411	52411	55	45	120	48	87	57	120		20	1.5	0.6	94	81		55	1.5	0.6
51412	52412	60	50	130	51	93	62	130		21	1.5	0.6	102	88		60	1.5	0.6
51413	52413	65	50	140	56	101	68	140		23	2	1	110	95		65	2.0	1
51414	52414	70	55	150	60	107	73	150		24	2	1	118	102		70	2.0	1
51415	52415	75	60	160	65	115	78	160	160	26	2	1	125	110		75	2.0	1
51416	—	80	—	170	68	—	83	170	—	—	2.1	—	133	117		—	2.1	—
51417	52417	85	65	180	72	128	88	177	179.5	29	2.1	1.1	141	124		85	2.1	1
51418	52418	90	70	190	77	135	93	187	189.5	30	2.1	1.1	149	131		90	2.1	1
51420	52420	100	80	210	85	150	103	205	209.5	33	3	1.1	165	145		100	2.5	1

注：r_s 等含义同上表。

附录 C　常用零件结构要素

附表 C-1　零件倒圆与倒角（摘自 GB/T 6403.4—2008）　　（单位：mm）

形式												
R、C 尺寸系列	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.6	2.0	2.5	3.0
	4.0	5.0	6.0	8.0	10	12	16	20	25	32	40	50	

装配形式：$C_1>R$；$R_1>R$；$C<0.58R_1$；$C_1>C$

C_{max} 与 R_1 的关系（$C<0.58R_1$）												
	R_1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.6	2.0
	C_{max}	—	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0
	R_1	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10	12	16	20	25
	C_{max}	1.2	1.6	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10	12

附表 C-2　与零件直径 ϕ 相应的倒角 C、倒圆 R 的推荐值　　（单位：mm）

ϕ	~3	>3~6	>6~10	>10~18	>18~30	>30~50	>50~80	>80~120	>120~180
C 或 R	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.6	2.0	2.5	3.0
ϕ	>180~250	>250~320	>320~400	>400~500	>500~630	>630~800	>800~1000	>1000~1250	>1250~1600
C 或 R	4.0	5.0	6.0	8.0	10	12	16	20	25

注：1. α 一般采用 45°，也可采用 30°或 60°。
2. 内角、外角分别为倒圆、倒角（倒角为 45°）时，R_1、C_1 为正偏差，R 和 C 为负偏差。

附表 C-3　砂轮越程槽（摘自 GB/T 6403.5—2008）　　（单位：mm）

形式：磨外圆；磨内圆；磨外端面

尺寸									
b_1	0.6	1.0	1.6	2.0	3.0	4.0	5.0	8.0	10
b_2	2.0	3.0		4.0		5.0		8.0	10
h	0.1	0.2		0.3	0.4		0.6	0.8	1.2
r	0.2	0.5		0.8	1.0		1.6	2.0	3.0
d	~10		>10~50			>50~100		>100	

注：1. 越程槽内两直线相交处，不允许产生尖角。
2. 越程槽深度 h 与圆弧半径 r，要满足 $r \leqslant 3h$。

附表 C-4　紧固件通孔及沉孔尺寸　　　　（单位：mm）

螺栓或螺钉直径 d		3	3.5	4	5	6	8	10	12	14	16	20	24	30	36	42	48
六角头螺栓和六角螺母用沉孔（GB/T 152.4—1988）	d_2	9	—	10	11	13	18	22	26	30	33	40	48	61	71	82	98
	t	只要能制出与通孔轴线垂直的圆平面即可															
沉头螺钉用沉孔（GB/T 152.2—2014）	d_2	6.4	8.4	9.6	10.6	12.8	17.6	20.3	24.4	28.4	32.4	40.4	—	—	—	—	—
开槽圆柱头用的圆柱头沉孔（GB/T 152.3—1988）	d_2	—	—	8	10	11	15	18	20	24	26	33	—	—	—	—	—
	t	—	—	3.2	4	4.7	6	7	8	9	10.5	12.5	—	—	—	—	—
内六角圆柱头用的圆柱头沉孔（GB/T 152.3—1988）	d_2	6	—	8	10	11	15	18	20	24	26	33	40	48	57	—	—
	t	3.4	—	4.6	5.7	6.8	9	11	13	15	17.5	21.5	25.5	32	38	—	—

附表 C-5 普通螺纹收尾、肩距、退刀槽、倒角（摘自 GB/T 3—1997）外螺纹收尾、肩距、退刀槽、倒角

（单位：mm）

<table>
<tr><th rowspan="2">螺距 P</th><th colspan="2">收尾 l(max)</th><th colspan="3">肩 距 a(max)</th><th colspan="4">退 刀 槽</th><th>倒角</th></tr>
<tr><th>一般</th><th>短的</th><th>一般</th><th>长的</th><th>短的</th><th>g_1(max)</th><th>g_2(max)</th><th>d_3</th><th>r≈</th><th>C</th></tr>
<tr><td>0.5</td><td>1.25</td><td>0.7</td><td>1.5</td><td>2</td><td>1</td><td>0.8</td><td>1.5</td><td>d−0.8</td><td>0.2</td><td rowspan="2">0.5</td></tr>
<tr><td>0.6</td><td>1.5</td><td>0.75</td><td>1.8</td><td>2.4</td><td>1.2</td><td>0.9</td><td>1.8</td><td>d−1</td><td rowspan="4">0.4</td></tr>
<tr><td>0.7</td><td>1.75</td><td>0.9</td><td>2.1</td><td>2.8</td><td>1.4</td><td>1.1</td><td>2.1</td><td>d−1.1</td><td rowspan="2">0.6</td></tr>
<tr><td>0.75</td><td>1.9</td><td rowspan="2">1</td><td>2.25</td><td>3</td><td>1.5</td><td>1.2</td><td>2.25</td><td>d−1.2</td></tr>
<tr><td>0.8</td><td>2</td><td>2.4</td><td>3.2</td><td>1.6</td><td>1.3</td><td>2.4</td><td>d−1.3</td><td>0.8</td></tr>
<tr><td>1</td><td>2.5</td><td>1.25</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>1.6</td><td>3</td><td>d−1.6</td><td rowspan="2">0.6</td><td>1</td></tr>
<tr><td>1.25</td><td>3.2</td><td>1.6</td><td>4</td><td>5</td><td>2.5</td><td>2</td><td>3.75</td><td>d−2</td><td>1.2</td></tr>
<tr><td>1.5</td><td>3.8</td><td>1.9</td><td>4.5</td><td>6</td><td>3</td><td>2.5</td><td>4.5</td><td>d−2.3</td><td>0.8</td><td>1.5</td></tr>
<tr><td>1.75</td><td>4.3</td><td>2.2</td><td>5.3</td><td>7</td><td>3.5</td><td>3</td><td>5.25</td><td>d−2.6</td><td rowspan="2">1</td><td rowspan="2">2</td></tr>
<tr><td>2</td><td>5</td><td>2.5</td><td>6</td><td>8</td><td>4</td><td>3.4</td><td>6</td><td>d−3</td></tr>
<tr><td>2.5</td><td>6.3</td><td>3.2</td><td>7.5</td><td>10</td><td>5</td><td>4.4</td><td>7.5</td><td>d−3.6</td><td>1.2</td><td rowspan="2">2.5</td></tr>
<tr><td>3</td><td>7.5</td><td>3.8</td><td>9</td><td>12</td><td>6</td><td>5.2</td><td>9</td><td>d−4.4</td><td rowspan="2">1.6</td></tr>
<tr><td>3.5</td><td>9</td><td>4.5</td><td>10.5</td><td>14</td><td>7</td><td>6.2</td><td>10.5</td><td>d−5</td><td rowspan="2">3</td></tr>
<tr><td>4</td><td>10</td><td>5</td><td>12</td><td>16</td><td>8</td><td>7</td><td>12</td><td>d−5.7</td><td>2</td></tr>
</table>

注：1. 应优先选用“一般”长度的收尾和肩距，“短”收尾和“短”肩距仅用于结构受限制的螺纹零件上，产品等级为 B 或 C 级的螺纹、紧固件可采用“长的”肩距。

2. *d* 为螺纹公称直径（大径）。

附表 C-6 内螺纹的收尾、肩距、退刀槽、倒角

（单位：mm）

<table>
<tr><th rowspan="3">螺距 P</th><th colspan="2" rowspan="2">收 尾 l_1(max)</th><th colspan="2" rowspan="2">肩 距 a_1</th><th colspan="4">退 刀 槽</th></tr>
<tr><th colspan="2">b_1</th><th rowspan="2">d_4</th><th rowspan="2">r_1≈</th></tr>
<tr><th>一般</th><th>短的</th><th>一般</th><th>长的</th><th>一般</th><th>短的</th></tr>
<tr><td>0.5</td><td>2</td><td>1</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>1</td><td rowspan="4">D+0.3</td><td>0.2</td></tr>
<tr><td>0.6</td><td>2.4</td><td>1.2</td><td>3.2</td><td>4.8</td><td>2.4</td><td>1.2</td><td>0.3</td></tr>
<tr><td>0.7</td><td>2.8</td><td>1.4</td><td>3.5</td><td>5.6</td><td>2.8</td><td>1.4</td><td>0.4</td></tr>
<tr><td>0.75</td><td>3</td><td>1.5</td><td>3.8</td><td>6</td><td>3</td><td>1.5</td><td>0.4</td></tr>
<tr><td>0.8</td><td>3.2</td><td>1.6</td><td>4</td><td>6.4</td><td>3.2</td><td>1.6</td><td rowspan="11">D+0.5</td><td>0.4</td></tr>
<tr><td>1</td><td>4</td><td>2</td><td>5</td><td>8</td><td>4</td><td>2</td><td>0.5</td></tr>
<tr><td>1.25</td><td>5</td><td>2.5</td><td>6</td><td>10</td><td>5</td><td>2.5</td><td>0.6</td></tr>
<tr><td>1.5</td><td>6</td><td>3</td><td>7</td><td>12</td><td>6</td><td>3</td><td>0.8</td></tr>
<tr><td>1.75</td><td>7</td><td>3.5</td><td>9</td><td>14</td><td>7</td><td>3.5</td><td>0.9</td></tr>
<tr><td>2</td><td>8</td><td>4</td><td>10</td><td>16</td><td>8</td><td>4</td><td>1</td></tr>
<tr><td>2.5</td><td>10</td><td>5</td><td>12</td><td>18</td><td>10</td><td>5</td><td>1.2</td></tr>
<tr><td>3</td><td>12</td><td>6</td><td>14</td><td>22</td><td>12</td><td>6</td><td>1.5</td></tr>
<tr><td>3.5</td><td>14</td><td>7</td><td>16</td><td>24</td><td>24</td><td>7</td><td>1.8</td></tr>
<tr><td>4</td><td>16</td><td>8</td><td>18</td><td>26</td><td>16</td><td>8</td><td>2</td></tr>
</table>

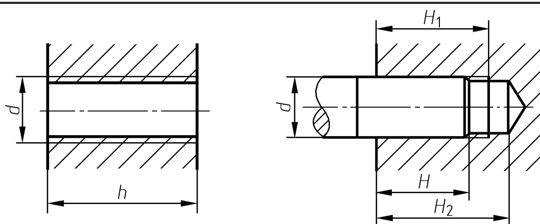
注：1. 应优先选用“一般”长度的收尾和肩距；容屑需要较大空间时可选用“长的”肩距，结构限制时可选用“短的”收尾。

2. “短的”退刀槽仅在结构受限制时采用。

3. *D* 为螺纹公称直径（大径）。

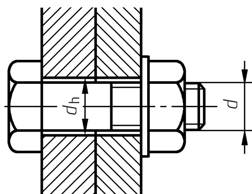
4. 内螺纹倒角 *C* 与外螺纹相同，可参见附表 C-5。

附表 C-7　粗牙螺柱、螺钉的旋入深度、攻螺纹深度和钻孔深度　（单位：mm）



公称直径 d	钢和青铜			铸　铁			纯　铝		
	旋入深度 H	攻螺纹深度 H_1	钻孔深度 H_2	旋入深度 H	攻螺纹深度 H_1	钻孔深度 H_2	旋入深度 H	攻螺纹深度 H_1	钻孔深度 H_2
3	3	4	7	5	6	9	6	7	10
4	4	5.5	9	6	7.5	11	8	10	14
5	5	7	11	8	10	14	10	12	16
6	6	8	13	10	12	17	12	15	20
8	8	10	16	12	14	20	16	18	24
10	10	13	20	15	18	25	20	23	30
12	12	15	24	18	21	30	24	27	36
16	16	20	30	24	28	33	32	36	46
20	20	24	36	30	35	47	40	45	57
24	24	30	44	35	42	55	48	54	68
30	30	36	52	45	52	68	60	67	84
36	36	44	62	55	64	82	72	80	98
42	42	50	72	65	74	95	85	94	115
48	48	58	82	75	85	108	95	105	128

附表 C-8　螺栓、螺柱和螺钉通孔（摘自 GB/T 5277—1985）　（单位：mm）



公称直径 d	通孔直径 d_h 系列 精装配 H12	通孔直径 d_h 系列 中等装配 H13	通孔直径 d_h 系列 粗装配 H14	公称直径 d	通孔直径 d_h 系列 精装配 H12	通孔直径 d_h 系列 中等装配 H13	通孔直径 d_h 系列 粗装配 H14
1	1.1	1.2	1.3	3	3.2	3.4	3.6
1.2	1.3	1.4	1.5	3.5	3.7	3.9	4.2
1.4	1.5	1.6	1.8	4	4.3	4.5	4.8
1.6	1.7	1.8	2	4.5	4.8	5	5.3
1.8	2	2.1	2.2	5	5.3	5.5	5.8
2	2.2	2.4	2.6	6	6.4	6.6	7
2.5	2.7	2.9	3.1	7	7.4	7.6	8

（续）

公称直径 d	通孔直径 d_h			公称直径 d	通孔直径 d_h		
	系　列				系　列		
	精装配 H12	中等装配 H13	粗装配 H14		精装配 H12	中等装配 H13	粗装配 H14
8	8.4	9	10	60	62	66	70
10	10.5	11	12	64	66	70	74
12	13	13.5	14.5	68	70	74	78
16	17	17.5	18.5	72	74	78	82
18	19	20	21	76	78	82	86
20	21	22	24	80	82	86	91
22	23	24	26	85	87	91	96
24	25	26	28	90	93	96	101
27	28	30	32	95	98	101	107
30	31	33	35	100	104	107	112
33	34	36	38	105	109	112	117
36	37	39	42	110	114	117	122
39	40	42	45	115	119	122	127
42	43	45	48	120	124	127	132
45	46	48	52	125	129	132	137
48	50	52	56	130	134	137	144
52	54	56	62	140	144	147	155
56	58	62	66	150	155	158	165

附录 D　常用材料及热处理

1. 金属材料

附表 D-1　铸铁

名　称	牌　号	应用举例	说　明
灰铸铁（GB/T 9439—2010）	HT100 HT150	用于低强度铸件，如盖、手轮、支架等 用于中强度铸件，如底座、刀架、轴承座、胶带轮盖等	"HT"表示灰铸铁，后面的数字表示抗拉强度值（N/mm^2）
	HT200 HT250	用于高强度铸件，如床身、机座、齿轮、凸轮、气缸泵体、联轴器等	
	HT300 HT350	用于高强度耐磨铸件，如齿轮、凸轮、重载荷床身、高压泵、阀壳体、锻模、冷冲压模等	
球墨铸铁（GB/T 1348—2009）	QT800-2 QT700-2 QT600-2	具有较高强度，但塑性低，用于曲轴、凸轮轴、齿轮、气缸、缸套、轧辊、水泵轴、活塞环、摩擦片等零件	"QT"表示球墨铸铁，其后第一组数字表示抗拉强度值（N/mm^2），第二组数字表示延伸率（%）

（续）

名　称	牌　号	应用举例	说　　明
球墨铸铁 （GB/T 1348—2009）	QT500-5 QT420-10 QT400-17	具有较高的塑性和适当的强度，用于承受冲击负荷的零件。	“QT”表示球墨铸铁，其后第一组数字表示抗拉强度值（N/mm^2），第二组数字表示延伸率（%）
可锻铸铁 （GB/T 9440—2010）	KTH300-06 * KTH330-08 KTH350-10 * KTH370-12	黑心可锻铸铁，用于承受冲击振动的零件，如汽车、拖拉机、农机铸件	“KT”表示可锻铸铁，“H”表示黑心，“B”表示白心，第一组数字表示抗拉强度值（N/mm^2），第二组数字表示延伸率（%） KTH300-06 适用于气密性零件 有＊号者为推荐牌号
	KTB350-04 KTB380-12 KTB400-05 KTB450-07	白心可锻铸铁，韧性较低，但强度高，耐磨性、加工性好。可代替低、中碳钢及低合金钢的重要零件，如曲轴、连杆、机床附件等	

附表 D-2　钢

名　称	牌　号	应用举例	说　　明
普通碳素结构钢 （GB/T 700—2006）	Q215　A 级 B 级	金属结构件、拉杆、套圈、铆钉、螺栓、短轴、心轴、凸轮（载荷不大的）、垫圈；渗碳零件及焊接件	“Q”为碳素结构钢屈服点“屈”字的汉语拼音首位字母，后面数字表示屈服点数值。如 Q235 表示碳素结构钢，屈服点为 235MPa
	Q235　A 级 B 级 C 级 D 级	金属结构件，心部强度要求不高的渗碳或氰化零件，吊钩、拉杆、套圈、气缸、齿轮、螺栓，螺母、连杆、轮轴、楔、盖及焊接件	
	Q275	轴、轴销、刹车杆、螺母、螺栓、垫圈、连杆、齿轮以及其他强度较高的零件	
优质碳素结构钢 （GB/T 699—1999）	08F	可塑性要求高的零件，如管子、垫圈、渗碳件、氰化件等	牌号的两位数字表示平均碳质量分数。45 钢即表示碳的质量分数为 0.45% 碳的质量分数≤0.25%的碳钢属低碳钢（渗碳钢） 碳的质量分数在 0.25%～0.6%之间的碳钢属中碳钢（调质钢） 碳的质量分数≥0.6%的碳钢属高碳钢 在牌号后加符号“F”表示沸腾钢
	10	拉杆、卡头、垫圈、焊件	
	15	渗碳件、紧固件、冲模锻件、化工储器	
	20	杠杆、轴套、钩、螺钉、渗碳件与氰化件	
	25	轴、辊子、连接器，紧固件中的螺栓、螺母	
	30	曲轴、转轴、轴销、连杆、横梁、星轮	
	35	曲轴、摇杆、拉杆、键、销、螺栓	
	40	齿轮、齿条、链轮、凸轮、轧辊、曲柄轴	
	45	齿轮、轴、联轴器、衬套、活塞销、链轮	
	50	活塞杆、轮轴、齿轮、不重要的弹簧	
	55	齿轮、连杆、扁弹簧、轧辊、偏心轮、轮圈、轮缘	
	60	偏心轮、弹簧圈、垫圈、调整片、偏心轴等	
	65	叶片弹簧、螺旋弹簧	
	15Mn	活塞销、凸轮轴、拉杆、铰链、焊管、钢板	锰的质量分数较高的钢，须加注化学元素符号“Mn”
	20Mn	螺栓、传动螺杆、制动板、传动装置、转换拨叉	
	30Mn	万向联轴器、分配轴、曲轴、高强度螺栓、螺母	
	40Mn	滑动滚子轴	
	45Mn	承受磨损零件、摩擦片、转动滚子、齿轮、凸轮	
	50Mn	弹簧、发条	
	65Mn	弹簧环、弹簧垫圈	

（续）

名　称		牌　号	应用举例	说　明
合金结构钢（GB/T 3077—1999）	铬钢	15Cr 20Cr 30Cr 40Cr 45Cr 50Cr	渗碳齿轮、凸轮、活塞销、离合器 较重要的渗碳件 重要的调质零件，如轮轴、齿轮、摇杆、螺栓等 较重要的调质零件，如齿轮、进气阀、辊子、轴等 强度及耐磨性高的轴、齿轮、螺栓等 重要的轴、齿轮、螺旋弹簧、止推环	钢中加入一定量的合金元素，提高了钢的力学性能和耐磨性，也提高了钢在热处理时的淬透性，保证金属在较大截面上获得好的力学性能 铬钢、铬锰钢和铬锰钛钢都是常用的合金结构钢
	铬锰钢	15CrMn 20CrMn 40CrMn	垫圈、齿轮、滑键拉钩、偏心轮 轴、轮轴、连杆、曲柄轴及其他高耐磨零件 轴、齿轮	
	铬锰钛钢	18CrMnTi 30CrMnTi 40CrMnTi	汽车上重要渗碳件，如齿轮等 汽车、拖拉机上强度特高的渗碳齿轮 强度高、耐磨性高的大齿轮、主轴等	
碳素工具钢（GB/T 3278—2001）		T7 T7A	能承受振动和冲击的工具，硬度适中时有较大的韧性。用于制造凿子、钻软岩石的钻头、冲击式打眼机钻头、大锤等	用“碳”或“T”后附以平均含碳量的千分数表示，有 T7～T13。高级优质碳素工具钢须在牌号后加注“A” 平均含碳量为 0.7%～1.3%
		T8 T8A	有足够的韧性和较高的硬度，用于制造能承受振动的工具，如钻中等硬度岩石的钻头、简单模子、冲头等	
一般工程用铸造碳钢（GB/T 11352—2009）		ZG 200-400	各种形状的机件，如机座、箱壳	ZG 230-450 表示：工程用铸钢，屈服点为 230N/mm²，抗拉强度为 450N/mm²
		ZG 230-450	铸造平坦的零件，如机座、机盖、箱体、铁砧台以及工作温度在 450℃ 以下的管路附件等，焊接性良好	
		ZG 270-500	各种形状的铸件，如飞轮、机架、联轴器等，焊接性能尚可	
		ZG 310-570	各种形状的机件，如齿轮、齿圈、重负荷机架等	
		ZG 340-640	起重、运输机中的齿轮、联轴器等重要的机件	

注：1. 钢随着平均含碳量的上升，抗拉强度，硬度增加，延伸率降低。
2. 在 GB/T 5613—1985 中铸钢用“ZG”后跟名义万分碳含量表示，如 ZG25、ZG45 等。

附表 D-3　有色金属及其合金

合金牌号	合金名称（或代号）	铸造方法	应用举例	说　明
普通黄铜（GB/T 5231—2001）及铸造铜合金（GB/T 1176—2013）				
H62	普通黄铜		散热器、垫圈、弹簧、各种网、螺钉等	“H”表示黄铜，后面的数字表示平均含铜量的百分数
ZCuSn5Pb5Zn5	5-5-5 锡青铜	S、J Li、Ia	较高负荷、中速下工作的耐磨、耐蚀件，如轴瓦、衬套、缸套及蜗轮等	“Z”为铸造汉语拼音的首位字母、各化学元素后面的数字表示该元素含量的百分数
ZCuSn10P1	10-1 锡青铜	S J Li La	高负荷（20MPa 以下）和高滑动速度（8m/s）下工作的耐磨件，如连杆、衬套、轴瓦、蜗轮等	

（续）

合金牌号	合金名称（或代号）	铸造方法	应用举例	说　明
普通黄铜（GB/T 5231—2001）及铸造铜合金（GB/T 1176—2013）				
ZCuSn10Pb5	10-5 锡青铜	S J	耐蚀、耐酸件及破碎机衬套、轴瓦等	“Z”为铸造汉语拼音的首位字母、各化学元素后面的数字表示该元素含量的百分数
ZCuPb17Sn4Zn4	17-4-4 铅青铜	S J	一般耐磨件、轴承等	
ZCuAl10Fe3	10-3 铝青铜	S J Li，La	要求强度高、耐磨、耐蚀的零件，如轴套、螺母、蜗轮、齿轮等	
ZCuAl10Fe3Mn2	10-3-2 铝青铜	S J		
ZCuZn38	38 黄铜	S J	一般结构件和耐蚀件，如法兰、阀座、螺母等	
ZCuZn40Pb2	40-2 铅黄铜	S J	一般用途的耐磨、耐蚀件，如轴套、齿轮等	
ZCuZn38Mn2Pb2	38-2-2 锰黄铜	S J	一般用途的结构件，如套筒、衬套、轴瓦、滑块等耐磨零件	
ZCuZn16Si4	16-4 硅黄铜	S J	接触海水工作的管配件以及水泵、叶轮等	
铸造铝合金（GB/T 1173—2013）				
ZAlSi12	ZL102 铝硅合金	SB、JB RB、KB J	气缸活塞以及高温工作的承受冲击载荷的复杂薄壁零件	ZL102 表示含硅 10%～13%、余量为铝的铝硅合金
ZA1Si9Mg	ZL104 铝硅合金	S、J、R、K J SB、RB、KB J、JB	形状复杂的高温静载荷或受冲击作用的大型零件，如扇风机叶片、水冷气缸头	
ZAlMg5Si1	ZL303 铝镁合金	S、J、R、K	高耐蚀性或在高温度下工作的零件	
ZAlZn11Si7	ZIA01 铝锌合金	S、R、K J	铸造性能较好，可不热处理，用于形状复杂的大型薄壁零件，耐蚀性差	
铸造轴承合金（GB/T 1174—1992）				
ZSnSb12Pb10Cu4 ZSnSb11Cu6 ZSnSb8Cu4	锡基轴承合金	J J J	汽轮机、压缩机、机车、发电机、球磨机、轧机减速器、发动机等各种机器的滑动轴承衬	各化学元素后面的数字表示该元素含量的百分数
ZPbSb16Sn16Cu2 ZPbSb15Sn10 ZPbSb15Sn5	锡基轴承合金	J J J		
硬铝（GB/T 3190—2008）				
LY13	硬铝		适用于中等强度的零件，焊接性能好	含铜、镁和锰的合金

注：铸造方法代号：S—砂型铸造；J—金属型铸造；Li—离心铸造；La—连续铸造；R—熔模铸造；K—壳型铸造；B—变质处理。

2. 常用热处理工艺

附表 D-4 常用热处理工艺

名 词	代 号	说 明	应 用
退火	5111	将钢件加热到临界温度以上(一般是710~715℃,个别合金钢 800~900℃)30~50℃,保温一段时间,然后缓慢冷却(一般在炉中冷却)	用来消除铸、锻、焊零件的内应力,降低硬度,便于切削加工,细化金属晶粒,改善组织,增加韧性
正火	5121	将钢件加热到临界温度以上,保温一段时间,然后用空气冷却,冷却速度比退火为快	用来处理低碳和中碳结构钢及渗碳零件,使其组织细化,增加强度与韧性,减少内应力,改善切削性能
淬火	5131	将钢件加热到临界温度以上,保温一段时间,然后在水、盐水或油中(个别材料在空气中)急速冷却,使其得到高硬度	用来提高钢的硬度和强度极限。但淬火会引起内应力使钢变脆,所以淬火后必须回火
淬火和回火	5141	回火是将淬硬的钢件加热到临界点以下的温度,保温一段时间,然后在空气中或油中冷却下来	用来消除淬火后的脆性和内应力,提高钢的塑性和冲击韧性
调质	5151	淬火后在 450~650℃进行高温回火,称为调质	用来使钢获得高的韧性和足够的强度。重要的齿轮、轴及丝杠等零件是调质处理的
表面淬火和回火	5210	用火焰或高频电流将零件表面迅速加热至临界温度以上,急速冷却	使零件表面获得高硬度,而心部保持一定的韧性,使零件既耐磨又能承受冲击。表面淬火常用来处理齿轮等
渗碳	5310	在渗碳剂中将钢件加热到 900~950℃,停留一定时间,将碳渗入钢表面,深度为 0.5~2 mm,再淬火后回火	增加钢件的耐磨性能,表面硬度、抗拉强度及疲劳极限 适用于低碳、中碳(w_C<0.40%)结构钢的中小型零件
渗氮	5330	渗氮是在 500~600℃通入氨的炉子内加热,向钢的表面渗入氮原子的过程。氮化层厚度为 0.025~0.8mm,氮化时间需 40~50h	增加钢件的耐磨性能、表面硬度、疲劳极限和抗蚀能力 适用于合金钢、碳钢、铸铁件,如机床主轴、丝杠以及在潮湿碱水和燃烧气体介质的环境中工作的零件
氰化	Q59(氰化淬火后,回火至 56~62HRC)	在 820~860℃炉内通入碳和氮,保温 1~2h,使钢件的表面同时渗入碳、氮原子,可得到厚 0.2~0.5mm 的氰化层	增加表面硬度、耐磨性、疲劳强度和耐蚀性 用于要求硬度高、耐磨的中、小型及薄片零件和刀具等
时效	时效处理	低温回火后,精加工之前,加热到 100~160℃,保持 10~40h。对铸件也可用天然时效(放在露天中一年以上)	使工件消除内应力和稳定形状,用于量具、精密丝杠、床身导轨、床身等
发蓝 发黑	发蓝或发黑	将金属零件放在很浓的碱和氧化剂溶液中加热氧化,使金属表面形成一层氧化铁所组成的保护性薄膜	防腐蚀、美观。用于一般连接的标准件和其他电子类零件
镀镍	镀镍	用电解方法,在钢件表面镀一层镍	防腐蚀、美化
镀铬	镀铬	用电解方法,在钢件表面镀一层铬	提高表面硬度、耐磨性和耐蚀能力,也用于修复零件上磨损了的表面
硬度	HB(布氏硬度)	材料抵抗硬的物体压入其表面的能力称为“硬度”。根据测定的方法不同,可分布氏硬度、洛氏硬度和维氏硬度。硬度的测定是检验材料经热处理后的力学性能	用于退火、正火、调质的零件及铸件的硬度检验
	HRC(洛氏硬度)		用于经淬火、回火及表面渗碳、渗氮等处理的零件硬度检验
	HV(维氏硬度)		用于薄层硬化零件的硬度检验

注:热处理工艺代号还可细分,如空冷淬火代号为 5131a,油冷淬火代号为 5131e,水冷淬火代号为 5131w 等。本附录不再罗列,详情请查阅 GB/T 12603—2005。

3. 非金属材料

附表 D-5　非金属材料

材料名称	牌　号	说　　明	应用举例
耐油石棉橡胶板		有厚度为 0.4~3.0mm 的十种规格	供航空中发动机用的煤油、润滑油及冷气系统接合处的密封衬垫材料
耐酸碱橡胶板	2030 2040	较高硬度 中等硬度	具有耐酸碱性能,在温度 -30~60℃ 的质量分数为 20% 的酸碱液体中工作,用作冲制密封性能较好的垫圈
耐油橡胶板	3001 3002	较高硬度	可在一定温度的机油、变压器油、汽油等介质中工作,适用于冲制各种形状的垫圈
耐热橡胶板	4001 4002	较高硬度 中等硬度	可在 -30~100℃、且压力不大的条件下,于热空气、蒸汽介质中工作,用作冲制各种垫圈和隔热垫板
酚醛层压板	3302-1 3302-2	3302-1 的力学性能比 3302-2 高	用作结构材料及用以制造各种机械零件
聚四氟乙烯树脂	SFL-4~13	耐腐蚀、耐高温(250℃),并具有一定的强度,能切削加工成各种零件	用于腐蚀介质中,起密封和减磨作用,用作垫圈等
工业有机玻璃		耐盐酸、硫酸、草酸、烧碱和纯碱等一般酸碱以及二氧化硫、臭氧等气体腐蚀	适用于耐腐蚀和需要透明的零件
油浸石棉盘根	YS450	盘根形状分 F(方形)、Y(圆形)、N(扭制)三种,按需选用	适用于在回转轴、往复活塞或阀门杆上作密封材料,介质为蒸汽、空气、工业用水、重质石油产品
橡胶石棉盘根	XS450	该牌号盘根只有 F(方形)	适用于在蒸汽机、往复泵的活塞和阀门杆上作密封材料
工业用平面毛毡	112-44 232-36	厚度为 1~40mm。112-44 表示白色细毛块毡,密度为 0.44 g/cm^3;232-36 表示灰色粗毛块毡,密度为 0.36g/cm^3	用作密封、防漏油、防振、缓冲衬垫等。按需要选用细毛、半粗毛、粗毛
软钢纸板		厚度为 0.5~3.0mm	用作密封连接处的密封垫片
尼龙	尼龙 6 尼龙 9 尼龙 66 尼龙 610 尼龙 1010	具有优良的机械强度和耐磨性。可以使用成形加工和切削加工制造零件,尼龙粉末还可喷涂于各种零件表面提高耐磨性和密封性	广泛用作机械、化工及电气零件,如轴承、齿轮、凸轮、滚子、辊轴、泵叶轮、风扇叶轮、蜗轮、螺钉、螺母、垫圈、高压密封圈、阀座、输油管、储油容器等。尼龙粉末还可喷涂于各种零件表面。
MC 尼龙(无填充)		强度特高	适于制造大型齿轮、蜗轮、轴套、大型阀门密封圈、导向环、导轨、滚动轴承保持架、船尾轴承、起重汽车吊索绞盘蜗轮、柴油发动机燃料泵齿轮、矿山铲掘机轴承、水压机立柱导套、大型轧钢机辊道轴瓦等
聚甲醛(均聚物)		具有良好的摩擦性能和抗摩损性能,尤其是优越的干摩擦性能	用于制造轴承、齿轮、凸轮、滚轮、辊子、阀门上的阀杆螺母、垫圈、法兰、垫片、泵叶轮、鼓风机叶片、弹簧、管道等
聚碳酸酯		具有高的冲击韧性和优异的尺寸稳定性	用于制造齿轮、蜗轮、蜗杆、齿条、凸轮、心轴、轴承、滑轮、铰链、传动链、螺栓、螺母、垫圈、铆钉、泵叶轮、汽车化油器部件、节流阀、各种外壳等

附录 E 极限与配合

附表 E-1 标准公差数值（摘自 GB/T 1800.1—2009）

公称尺寸/mm		标准公差等级																			
		IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
大于	至	μm													mm						
—	3	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0.1	0.14	0.25	0.4	0.6	1	1.4
3	6	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	0.12	0.18	0.3	0.48	0.75	1.2	1.8
6	10	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	0.15	0.22	0.36	0.58	0.9	1.5	2.2
10	18	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0.18	0.27	0.43	0.7	1.1	1.8	2.7
18	30	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0.21	0.33	0.52	0.84	1.3	2.1	3.3
30	50	0.6	1	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0.25	0.39	0.62	1	1.6	2.5	3.9
50	80	0.8	1.2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0.3	0.46	0.74	1.2	1.9	3	4.6
80	120	1	1.5	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0.35	0.54	0.87	1.4	2.3	3.5	5.4
120	180	1.2	2	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0.4	0.63	1	1.6	2.5	4	6.3
180	250	2	3	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0.46	0.72	1.15	1.85	2.9	4.6	7.2
250	315	2.5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0.52	0.81	1.3	2.1	3.2	5.2	8.1
315	400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0.57	0.89	1.4	2.3	3.6	5.7	8.9
400	500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0.63	0.97	1.55	2.5	4	6.3	9.7

注：1. 公称尺寸大于 500mm 的 IT1~IT5 的标准公差值为试行值。
2. 公称尺寸小于或等于 1mm 时，无 IT14~IT18。

附表 E-2 基孔制优先、常用配合（摘自 GB/T 1801—2009）

基准孔	轴																				
	a	b	c	d	e	f	g	h	js	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z
	间隙配合								过渡配合			过盈配合									
H6						H6/f5	◤H6/g5	◤H6/h5	H6/js5	H6/k5	H6/m5	H6/n5	H6/p5	H6/r5	H6/s5	H6/t5					
H7						◤H7/f6	H7/g6	◤H7/h6	H7/js6	◤H7/k6	H7/m6	◤H7/n6	◤H7/p6	H7/r6	◤H7/s6	H7/t6	◤H7/u6	H7/v6	H7/x6	H7/y6	H7/z6
H8					H8/e7	◤H8/f7	H8/g7	H8/h7	H8/js7	H8/k7	H8/m7	H8/n7	H8/p7	H8/r7	H8/s7	H8/t7	H8/u7				
				H8/d8	H8/e8	H8/f8		H8/h8													

（续）

基准孔	轴																				
	a	b	c	d	e	f	g	h	js	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z
	间隙配合								过渡配合			过盈配合									
H9			$\frac{H9}{c9}$	◤$\frac{H9}{d9}$	$\frac{H9}{e9}$	$\frac{H9}{f9}$		◤$\frac{H9}{h9}$													
H10			$\frac{H10}{c10}$	$\frac{H10}{d10}$				$\frac{H10}{h10}$													
H11	$\frac{H11}{a11}$	$\frac{H11}{b11}$	◤$\frac{H11}{c11}$	$\frac{H11}{d11}$				◤$\frac{H11}{h11}$													
H12		$\frac{H12}{b12}$						$\frac{H12}{h12}$													

注：1. $\frac{H6}{n5}$和$\frac{H7}{p6}$在公称尺寸小于或等于3mm，$\frac{H8}{r7}$在小于或等于100mm时，为过渡配合。
2. 标注◤的配合为优先配合。

附表 E-3 基轴制优先、常用配合（摘自 GB/T 1801—2009）

基准轴	孔																				
	A	B	C	D	E	F	G	H	JS	K	M	N	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z
	间隙配合								过渡配合			过盈配合									
h5						$\frac{F6}{h5}$	$\frac{G6}{h5}$	$\frac{H6}{h5}$	$\frac{JS6}{h5}$	$\frac{K6}{h5}$	$\frac{M6}{h5}$	$\frac{N6}{h5}$	$\frac{P6}{h5}$	$\frac{R6}{h5}$	$\frac{S6}{h5}$	$\frac{T6}{h5}$					
h6						$\frac{F7}{h6}$	◤$\frac{G7}{h6}$	◤$\frac{H7}{h6}$	$\frac{JS7}{h6}$	◤$\frac{K7}{h6}$	$\frac{M7}{h6}$	◤$\frac{N7}{h6}$	◤$\frac{P7}{h6}$	$\frac{R7}{h6}$	◤$\frac{S7}{h6}$	$\frac{T7}{h6}$	◤$\frac{U7}{h6}$				
h7					$\frac{E8}{h7}$	◤$\frac{F8}{h7}$		◤$\frac{H8}{h7}$	$\frac{JS8}{h7}$	$\frac{K8}{h7}$	$\frac{M8}{h7}$	$\frac{N8}{h7}$									
h8				$\frac{D8}{h8}$	$\frac{E8}{h8}$	$\frac{F8}{h8}$		$\frac{H8}{h8}$													
h9				◤$\frac{D9}{h9}$	$\frac{E9}{h9}$	$\frac{F9}{h9}$		◤$\frac{H9}{h9}$													
h10				$\frac{D10}{h10}$				$\frac{H10}{h10}$													
h11	$\frac{A11}{h11}$	$\frac{B11}{h11}$	◤$\frac{C11}{h11}$	$\frac{D11}{h11}$				◤$\frac{H11}{h11}$													
h12		$\frac{B12}{h12}$						$\frac{H12}{h12}$													

注：标注◤的配合为优先配合。

附表 E-4 常用及优先轴极限偏差（摘自 GB/T 1800. 2—2009）

公称尺寸/mm		常用及优先公差带												
		a	b		c			d				e		
大于	至	11	11	12	9	10	⑪	8	⑨	10	11	7	8	9
—	3	-270 -330	-140 -200	-140 -240	-60 -85	-60 -100	-60 -120	-20 -34	-20 -45	-20 -60	-20 -80	-14 -24	-14 -28	-14 -39
3	6	-280 -345	-140 -215	-140 -260	-70 -100	-70 -118	-70 -145	-30 -48	-30 -60	-30 -78	-30 -105	-20 -32	-20 -38	-20 -50
6	10	-280 -370	-150 -240	-150 -300	-80 -116	-80 -138	-80 -170	-40 -62	-40 -76	-40 -98	-40 -130	-25 -40	-25 -47	-25 -61
10	14	-290 -400	-150 -260	-150 -330	-95 -138	-95 -165	-95 -205	-50 -77	-50 -93	-50 -120	-50 -160	-32 -50	-32 -59	-32 -75
14	18													
18	24	-300 -430	-160 -290	-160 -370	-110 -162	-110 -194	-110 -240	-65 -98	-65 -117	-65 -149	-65 -195	-40 -61	-40 -73	-40 -92
24	30													
30	40	-310 -470	-170 -330	-170 -420	-120 -182	-120 -220	-120 -280	-80 -119	-80 -142	-80 -180	-80 -240	-50 -75	-50 -89	-50 -112
40	50	-320 -480	-180 -340	-180 -430	-130 -192	-130 -230	-130 -290							
50	65	-340 -530	-190 -380	-190 -490	-140 -214	-140 -260	-140 -330	-100 -146	-100 -174	-100 -220	-100 -290	-60 -90	-60 -106	-60 -134
65	80	-360 -550	-200 -390	-200 -500	-150 -224	-150 -270	-150 -340							
80	100	-380 -600	-220 -440	-220 -570	-170 -257	-170 -310	-170 -390	-120 -174	-120 -207	-120 -260	-120 -340	-72 -107	-72 -126	-72 -159
100	120	-410 -630	-240 -460	-240 -590	-180 -267	-180 -320	-180 -400							
120	140	-460 -710	-260 -510	-260 -660	-200 -300	-200 -360	-200 -450	-145 -208	-145 -245	-145 -305	-145 -395	-85 -125	-85 -148	-85 -158
140	160	-520 -770	-280 -530	-280 -680	-210 -310	-210 -370	-210 -460							
160	180	-580 -830	-310 -560	-310 -710	-230 -330	-230 -390	-230 -480							
180	200	-660 -950	-340 -630	-340 -800	-240 -355	-240 -425	-240 -530	-170 -242	-170 -285	-170 -355	-170 460	-100 -146	-100 -172	-100 -215
200	225	-740 -1030	-380 -670	-380 -840	-260 -375	-260 -445	-260 -550							
225	250	-820 -1110	-420 -710	-420 -880	-280 -395	-280 -465	-280 -570							
250	280	-920 -1240	-480 -800	-480 -1000	-300 -430	-300 -510	-300 -620	-190 -271	-190 -320	-190 -400	-190 -510	-110 -162	-110 -191	-110 -240
280	315	-1050 -1370	-540 -860	-540 -1060	-330 -460	-330 -540	-330 -650							
315	355	-1200 -1560	-600 -960	-600 -1170	-360 -500	-360 -590	-360 -720	-210 -299	-210 -350	-210 -440	-210 -570	-125 -182	-125 -214	-125 -265
355	400	-1350 -1710	-680 -1040	-680 -1250	-400 -540	-400 -630	-400 -760							
400	450	-1500 -1900	-760 -1160	-760 -1390	-440 -595	-440 -690	-440 -940	-230 -327	-230 -385	-230 -480	-230 -630	-135 -198	-135 -232	-135 -290
450	500	-1650 -2050	-840 -1240	-840 -1470	-480 -635	-480 -730	-480 -880							

（单位：μm）

（带圈者为优先公差带）															
f					g			h							
5	6	⑦	8	9	5	⑥	7	5	⑥	⑦	8	⑨	10	⑪	12
−6 −10	−6 −12	−6 −16	−6 −20	−6 −31	−2 −6	−2 −8	−2 −12	0 −4	0 −6	0 −10	0 −14	0 −25	0 −40	0 −60	0 −100
−10 −15	−10 −18	−10 −22	−10 −28	−10 −40	−4 −9	−4 −12	−4 −16	0 −5	0 −8	0 −12	0 −18	0 −30	0 −48	0 −75	0 −120
−13 −19	−13 −22	−13 −28	−13 −35	−13 −49	−5 −11	−5 −14	−5 −20	0 −6	0 −9	0 −15	0 −22	0 −36	0 −58	0 −90	0 −150
−16 −24	−16 −27	−16 −34	−16 −43	−16 −59	−6 −14	−6 −17	−6 −24	0 −8	0 −11	0 −18	0 −27	0 −43	0 −70	0 −110	0 −180
−20 −29	−20 −33	−20 −41	−20 −53	−20 −72	−7 −16	−7 −20	−7 −28	0 −9	0 −13	0 −21	0 −33	0 −52	0 −84	0 −130	0 −210
−25 −36	−25 −41	−25 −50	−25 −64	−25 −87	−9 −20	−9 −25	−9 −34	0 −11	0 −16	0 −25	0 −39	0 −62	0 −100	0 −160	0 −250
−30 −43	−30 −49	−30 −60	−30 −76	−30 −104	−10 −23	−10 −29	−10 −40	0 −13	0 −19	0 −30	0 −46	0 −74	0 −120	0 −190	0 −300
−36 −51	−36 −58	−36 −71	−36 −90	−36 −123	−12 −27	−12 −34	−12 −47	0 −15	0 −22	0 −35	0 −54	0 −87	0 −140	0 −200	0 −350
−43 −61	−43 −68	−43 −83	−43 −106	−43 −143	−14 −32	−14 −39	−14 −54	0 −18	0 −25	0 −40	0 −63	0 −100	0 −160	0 −250	0 −400
−50 −70	−50 −79	−50 −96	−50 −122	−50 −165	−15 −35	−15 −44	−15 −61	0 −20	0 −29	0 −46	0 −72	0 −115	0 −185	0 −290	0 −460
−56 −79	−56 −88	−56 −108	−56 −137	−56 −186	−17 −40	−17 −49	−17 −69	0 −23	0 −32	0 −52	0 −81	0 −130	0 −210	0 −320	0 −520
−62 −87	−62 −98	−62 −119	−62 −151	−62 −202	−18 −43	−18 −54	−18 −75	0 −25	0 −36	0 −57	0 −89	0 −140	0 −230	0 −360	0 −570
−68 −95	−68 −108	−68 −131	−68 −165	−68 −223	−20 −47	−20 −60	−20 −83	0 −27	0 −40	0 −63	0 −97	0 −155	0 −250	0 −400	0 −630

公称尺寸/mm		常用及优先公差带														
		js			k			m			n			p		
大于	至	5	6	7	5	⑥	7	5	6	7	5	⑥	7	5	⑥	7
—	3	±2	±3	±5	+4 0	+6 0	+10 0	+6 +2	+8 +2	+12 +2	+8 +4	+10 +4	+14 +4	+10 +6	+12 +6	+16 +6
3	6	±2.5	±4	±6	+6 +1	+9 +1	+13 +1	+9 +4	+12 +4	+16 +4	+13 +8	+16 +8	+20 +8	+17 +12	+20 +12	+24 +12
6	10	±3	±4.5	±7	+7 +1	+10 +1	+16 +1	+12 +6	+15 +6	+21 +6	+16 +10	+19 +10	+25 +10	+21 +15	+24 +15	+30 +15
10	14	±4	±5.5	±9	+9 +1	+12 +1	+19 +1	+15 +7	+18 +7	+25 +7	+20 +12	+23 +12	+30 +12	+26 +18	+29 +18	+36 +18
14	18															
18	24	±4.5	±6.5	±10	+11 +2	+15 +2	+23 +2	+17 +8	+21 +8	+29 +8	+24 +15	+28 +15	+36 +15	+31 +22	+35 +22	+43 +22
24	30															
30	40	±5.5	±8	±12	+13 +2	+27 +2	+20 +9	+25 +9	+34 +9	+28 +17	+33 +17	+42 +17	+37 +26	+42 +26	+51 +26	
40	50															
50	65	±6.5	±9.5	±15	+15 +2	+21 +2	+32 +2	+24 +11	+30 +11	+41 +11	+33 +20	+39 +20	+50 +20	+45 +32	+51 +32	+62 +32
65	80															
80	100	±7.5	±11	±17	+18 +3	+25 +3	+38 +3	+28 +13	+35 +13	+48 +13	+38 +23	+45 +23	+58 +23	+52 +37	+59 +37	+72 +37
100	120															
120	140	±9	±12.5	±20	+21 +3	+28 +3	+43 +3	+33 +15	+40 +15	+55 +15	+45 +27	+52 +27	+67 +27	+61 +43	+68 +43	+83 +43
140	160															
160	180															
180	200	±10	±14.5	±23	+24 +4	+33 +4	+50 +4	+37 +17	+46 +17	+63 +17	+54 +31	+60 +31	+77 +31	+70 +50	+79 +50	+96 +50
200	225															
225	250															
250	280	±11.5	±16	±26	+27 +4	+36 +4	+56 +4	+43 +20	+52 +20	+72 +20	+57 +34	+66 +34	+86 +34	+79 +56	+88 +567	+108 +56
280	315															
315	355	±12.5	±18	±28	+29 +4	+40 +4	+61 +4	+46 +21	+57 +21	+78 +21	+62 +37	+73 +37	+94 +37	+87 +62	+98 +62	+119 +62
355	400															
400	450	±13.5	±20	±31	+32 +5	+45 +5	+68 +5	+50 +23	+63 +23	+86 +23	+67 +40	+80 +40	+103 +40	+95 +68	+108 +68	+131 +68
450	500															

注：公称尺寸小于 1mm 时，各级的 a 和 b 均不采用。

（续）

（带圈者为优先公差带）														
r			s			t			u		v	x	y	z
5	6	7	5	⑥	7	5	6	7	⑥	7	6	6	6	6
+14 +10	+16 +10	+20 +10	+18 +14	+20 +14	+24 +1	—	—	—	+24 +18	+28 +18	—	+26 +20	—	+32 +26
+20 +15	+23 +15	+27 +15	+24 +19	+27 +19	+31 +19	—	—	—	+31 +23	+35 +23	—	+36 +28	—	+43 +35
+25 +19	+28 +19	+34 +19	+29 +23	+32 +23	+38 +23	—	—	—	+37 +28	+43 +28	—	+43 +34	—	+51 +42
+31 +23	+34 +23	+41 +23	+36 +28	+39 +28	+46 +28	—	—	—	+44 +33	+51 +33	—	+51 +40	—	+61 +50
						—	—	—			+50 +39	+56 +45	—	+71 +60
+37 +28	+41 +28	+49 +28	+44 +35	+48 +35	+56 +35	—	—	—	+54 +41	+62 +41	+60 +47	+67 +54	+76 +63	+86 +73
						+50 +41	+54 +41	+62 +41	+61 +43	+69 +48	+68 +55	+77 +64	+88 +75	+101 +88
+45 +34	+50 +34	+59 +34	+54 +43	+59 +43	+68 +43	+59 +48	+64 +48	+73 +48	+76 +60	+85 +60	+84 +68	+96 +80	+110 +94	+128 +112
						+65 +54	+70 +54	+79 +54	+86 +70	+95 +70	+97 +81	+113 +97	+130 +114	+152 +136
+54 +41	+60 +41	+71 +41	+66 +53	+72 +53	+83 +53	+79 +66	+85 +66	+96 +66	+106 +87	+117 +87	+121 +102	+141 +122	+163 +144	+191 +172
+56 +43	+62 +43	+73 +43	+72 +59	+78 +59	+89 +59	+88 +75	+94 +75	+105 +75	+121 +102	+132 +102	+139 +120	+165 +146	+193 +174	+229 +210
+66 +51	+73 +51	+86 +51	+86 +71	+93 +71	+106 +71	+106 +91	+113 +91	+126 +91	+146 +124	+159 +124	+168 +146	+200 +178	+236 +214	+280 +258
+69 +54	+76 +54	+89 +54	+94 +79	+101 +79	+114 +79	+110 +104	+126 +104	+139 +104	+166 +144	+179 +144	+194 +172	+232 +210	+276 +254	+332 +310
+81 +63	+88 +63	+103 +63	+110 +92	+117 +92	+132 +92	+140 +122	+147 +122	+162 +122	+195 +170	+210 +170	+227 +202	+273 +248	+325 +300	+390 +365
+83 +65	+90 +65	+105 +65	+118 +100	+125 +100	+140 +100	+152 +134	+159 +134	+174 +134	+215 +190	+230 +190	+253 +228	+305 +280	+365 +340	+440 +415
+86 +68	+93 +68	+108 +68	+126 +108	+133 +108	+148 +108	+164 +146	+171 +146	+186 +146	+235 +210	+250 +210	+277 +252	+335 +310	+405 +380	+490 +465
+97 +77	+106 +77	+123 +77	+142 +122	+151 +122	+168 +122	+186 +166	+195 +166	+212 +166	+265 +236	+282 +236	+313 +284	+379 +350	+454 +425	+549 +520
+100 +80	+109 +80	+126 +80	+150 +130	+159 +130	+176 +130	+200 +180	+209 +180	+226 +180	+287 +258	+304 +258	+339 +310	+414 +385	+499 +470	+604 +575
+104 +84	+113 +84	+130 +84	+160 +140	+169 +140	+186 +140	+216 +196	+225 +196	+242 +196	+313 +284	+330 +284	+369 +340	+454 +425	+549 +520	+669 +640
+117 +94	+126 +94	+146 +94	+181 +158	+290 +158	+210 +158	+241 +218	+250 +218	+270 +218	+347 +315	+367 +315	+417 +385	+507 +475	+612 +580	+742 +710
+121 +98	+130 +98	+150 +98	+193 +170	+202 +170	+222 +170	+263 +240	+272 +240	+292 +240	+382 +350	+402 +350	+457 +425	+557 +525	+682 +650	+322 +790
+133 +108	+144 +108	+165 +108	+215 +190	+226 +190	+247 +190	+293 +268	+304 +268	+325 +268	+426 +390	+447 +390	+511 +475	+626 +590	+766 +730	+936 +900
+139 +114	+150 +114	+171 +114	+233 +208	+244 +208	+265 +208	+319 +294	+330 +294	+351 +294	+471 +435	+492 +435	+566 +530	+696 +660	+856 +820	+1036 +1000
+153 +126	+166 +126	+189 +126	+259 +232	+272 +232	+295 +232	+357 +330	+370 +330	+393 +330	+530 +390	+553 +490	+635 +595	+780 +740	+960 +920	+1140 +1100
+159 +132	+172 +132	+195 +132	+279 +252	+292 +252	+315 +252	+387 +360	+400 +360	+423 +360	+580 +540	+603 +540	+700 +660	+860 +820	+1040 +1000	+1290 +1250

附表 E-5　常用及优先孔极限偏差（摘自 GB/T 1800.2—2009）

公称尺寸/mm		常用及优先公差带													
		A	B		C	D				E		F			
大于	至	11	11	12	⑪	8	⑨	10	11	8	9	6	7	⑧	9
—	3	+330 +270	+200 +140	+240 +140	+120 +60	+34 +20	+45 +20	+60 +20	+80 +20	+28 +14	+39 +14	+12 +6	+16 +6	+20 +6	+31 +6
3	6	+345 +270	+215 +140	+260 +140	+145 +70	+48 +30	+60 +30	+78 +30	+105 +30	+38 +20	+50 +20	+18 +10	+22 +10	+28 +10	+40 +10
6	10	+370 +280	+240 +150	+300 +150	+170 +80	+62 +40	+76 +40	+98 +40	+130 +40	+47 +25	+61 +25	+22 +13	+28 +13	+35 +13	+49 +13
10	14	+400 +290	+260 +150	+330 +150	+205 +95	+77 +50	+93 +50	+120 +50	+160 +50	+59 +32	+75 +32	+27 +16	+34 +16	+43 +16	+59 +16
14	18														
18	24	+430 +300	+290 +160	+370 +160	+240 +110	+98 +65	+117 +65	+149 +65	+195 +65	+73 +40	+92 +40	+33 +20	+41 +20	+53 +20	+72 +20
24	30														
30	40	+470 +310	+330 +170	+420 +170	+280 +120	+119 +80	+142 +80	+180 +80	+240 +80	+89 +50	+112 +50	+41 +25	+50 +25	+64 +25	+87 +25
40	50	+480 +320	+340 +180	+430 +180	+290 +130										
50	65	+53 +340	+380 +190	+490 +190	+330 +140	+146 +100	+170 +100	+220 +100	+290 +100	+106 +60	+134 +60	+49 +30	+60 +30	+76 +30	+104 +30
65	80	+550 +360	+390 +200	+500 +200	+340 +150										
80	100	+600 +380	+440 +220	+570 +220	+390 +170	+174 +120	+207 +120	+260 +120	+340 +120	+126 +72	+159 +72	+58 +36	+71 +36	+90 +36	+123 +36
100	120	+630 +410	+460 +240	+590 +240	+400 +180										
120	140	+710 +460	+510 +260	+660 +260	+450 +200	+208 +145	+245 +145	+305 +145	+395 +145	+148 +85	+185 +85	+68 +43	+83 +43	+106 +43	+143 +43
140	160	+770 +520	+530 +280	+680 +280	+460 +210										
160	180	+830 +580	+560 +310	+710 +310	+480 +230										
180	200	+950 +660	+630 +340	+800 +340	+530 +240	+242 +170	+285 +170	+355 +170	+460 +170	+172 +100	+215 +100	+79 +50	+96 +50	+122 +50	+165 +50
200	225	+1030 +740	+670 +380	+840 +380	+550 +260										
225	250	+1110 +820	+710 +420	+880 +420	+570 +280										
250	280	+1240 +920	+800 +480	+1000 +480	+620 +300	+271 +190	+320 +190	+400 +190	+510 +190	+191 +110	+240 +110	+88 +56	+108 +56	+137 +56	+186 +56
280	315	+1370 +1050	+860 +540	+1060 +540	+650 +330										
315	355	+1560 +1200	+960 +600	+1170 +600	+720 +360	+299 +210	+350 +210	+440 +210	+570 +210	+214 +125	+265 +125	+98 +62	+119 +62	+151 +62	+202 +62
355	400	+1710 +1350	+1040 +680	+1250 +680	+760 +400										
400	450	+1900 +1500	+1160 +760	+1390 +760	+840 +440	+327 +230	+385 +230	+480 +230	+630 +230	+232 +135	+290 +135	+108 +68	+131 +68	+165 +68	+223 +68
450	500	+2050 +1650	+1240 +840	+1470 +840	+880 +480										

（单位：μm）

（带圈者为优先公差带）																	
G		H							JS			K			M		
6	⑦	6	⑦	⑧	⑨	10	⑪	12	6	7	8	6	⑦	8	6	7	8
+8 +2	+12 +2	+6 0	+10 0	+14 0	+25 0	+40 0	+60 0	+100 0	±3	±5	±7	0 −6	0 −10	0 −14	−2 −8	−2 −12	−2 −16
+12 +4	+16 +4	+8 0	+12 0	+18 0	+30 0	+48 0	+75 0	+120 0	±4	±6	±9	+2 −6	+3 −9	+5 −13	−1 −9	0 −12	+2 −16
+14 +5	+20 +5	+9 0	+15 0	+22 0	+36 0	+58 0	+90 0	+150 0	±4. 5	±7	±11	+2 −7	+5 −10	+6 −16	−3 −12	0 −15	+1 −21
+17 +6	+24 +6	+11 0	+18 0	+27 0	+43 0	+70 0	+110 0	+180 0	±5. 5	±9	±13	+2 −9	+6 −12	+8 −19	−4 −15	0 −18	+2 −25
+20 +7	+28 +7	+13 0	+21 0	+33 0	+52 0	+84 0	+130 0	+210 0	±6. 5	±10	±16	+2 −11	+6 −15	+10 −23	−4 −17	0 −21	+4 −29
+25 +9	+34 +9	+16 0	+25 0	+39 0	+62 0	+100 0	+160 0	+250 0	±8	±12	±19	+3 −13	+7 −18	+12 −27	−4 −20	0 −25	+5 −34
+29 +10	+40 +10	+19 0	+30 0	+46 0	+84 0	+120 0	+190 0	+300 0	±9. 5	±15	±23	+4 −15	+9 −21	+14 −32	−5 −24	0 −30	+5 −41
+34 +12	+47 +12	+22 0	+35 0	+54 0	+87 0	+140 0	+220 0	+350 0	±11	±17	±27	+4 −18	+10 −25	+16 −38	−6 −28	0 −35	+6 −48
+39 +14	+54 +14	+25 0	+40 0	+63 0	+100 0	+160 0	+250 0	+400 0	± 12. 5	±20	±31	+4 −21	+12 −28	+20 −43	−8 −33	0 −40	+8 −55
+44 +15	+61 +15	+29 0	+46 0	+72 0	+115 0	+185 0	+290 0	+460 0	± 14. 5	±23	±36	+5 −24	+13 −33	+22 −50	−8 −37	0 −46	+9 −63
+49 +17	+69 +17	+32 0	+52 0	+81 0	+130 0	+210 0	+320 0	+520 0	±16	±26	±40	+5 −27	+16 −36	+25 −56	−9 −41	0 −52	+9 −72
+54 +18	+75 +18	+36 0	+57 0	+89 0	+140 0	+230 0	+360 0	+570 0	±18	±28	±44	+7 −29	+17 −40	+28 −61	−10 −46	0 −57	+11 −78
+60 +20	+83 +20	+40 0	+63 0	+97 0	+155 0	+250 0	+400 0	+630 0	±20	±31	±48	+8 −32	+18 −45	+29 −68	−10 −50	0 −63	+11 −86

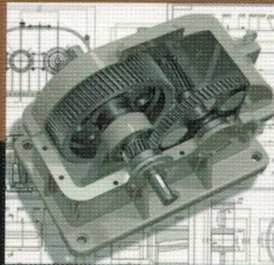
（续）

公称尺寸/mm		常用及优先公差带（带圈者为优先公差带）											
		N			P		R		S		T		U
大于	至	6	⑦	8	6	⑦	6	7	6	⑦	6	7	⑦
—	3	−4 −10	−4 −14	−4 −18	−6 −12	−6 −16	−10 −16	−10 −20	−14 −20	−14 −24	—	—	−18 −28
3	6	−5 −13	−4 −16	−2 −20	−9 −17	−8 −20	−12 −20	−11 −23	−16 −24	−15 −27	—	—	−19 −31
6	10	−7 −16	−4 −19	−3 −25	−12 −21	−9 −24	−16 −25	−13 −28	−20 −29	−17 −32	—	—	−22 −37
10	14	−9 −20	−5 −23	−3 −30	−15 −26	−11 −29	−20 −31	−16 −34	−25 −36	−21 −39	—	—	−26 −44
14	18												
18	24	−11 −24	−7 −28	−3 −36	−18 −31	−14 −35	−24 −37	−20 −41	−31 −44	−27 −48	—	—	−33 −54
24	30										−37 −50	−33 −54	−40 −61
30	40	−12 −28	−8 −33	−3 −42	−21 −37	−17 −42	−29 −45	−25 −50	−38 −54	−34 −59	−43 −59	−39 −64	−51 −76
40	50										−49 −65	−45 −70	−61 −86
50	65	−14 −33	−9 −39	−4 −50	−26 −45	−21 −51	−35 −54	−30 −60	−47 −66	−42 −72	−60 −79	−55 −85	−76 −106
65	80						−37 −56	−32 −62	−53 −72	−48 −78	−69 −88	−64 −94	−91 −121
80	100	−16 −38	−10 −45	−4 −58	−30 −52	−24 −59	−44 −66	−38 −73	−64 −86	−58 −93	−84 −106	−78 −113	−111 −146
100	120						−47 −69	−41 −76	−72 −94	−66 −101	−97 −119	−91 −126	−131 −166
120	140	−20 −45	−12 −52	−4 −67	−36 −61	−28 −68	−56 −81	−48 −88	−85 −110	−77 −117	−115 −140	−107 −147	−155 −195
140	160						−58 −83	−50 −90	−93 −118	−85 −125	−127 −152	−119 −159	−175 −215
160	180						−61 −86	−53 −93	−101 −126	−93 −133	−139 −164	−131 −171	−195 −235
180	200	−22 −51	−14 −60	−5 −77	−41 −70	−33 −79	−68 −97	−60 −106	−113 −142	−105 −151	−157 −186	−149 −195	−219 −265
200	225						−71 −100	−63 −109	−121 −150	−113 −159	−171 −200	−163 −209	−241 −287
225	250						−75 −104	−67 −113	−131 −160	−123 −169	−187 −216	−179 −225	−267 −313
250	280	−25 −57	−14 −66	−5 −86	−47 −79	−36 −88	−85 −117	−74 −126	−149 −181	−138 −190	−209 −241	−198 −250	−295 −347
280	315						−89 −121	−78 −130	−161 −193	−150 −202	−231 −263	−220 −272	−330 −382
315	355	−26 −62	−16 −73	−5 −94	−51 −87	−41 −98	−87 −133	−87 −144	−179 −215	−169 −226	−257 −293	−247 −304	−369 −426
355	400						−103 −139	−93 −150	−197 −233	−187 −244	−283 −319	−273 −330	−414 −471
400	450	−27 −67	−17 −80	−6 −103	−55 −95	−45 −108	−113 −153	−103 −166	−219 −259	−209 −272	−317 −357	−307 −370	−467 −530
450	500						−119 −159	−109 −172	−239 −279	−229 −292	−347 −387	−337 −400	−517 −580

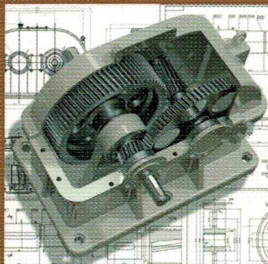
注：公称尺寸小于 1mm 时，各级的 A 和 B 均不采用。

参考文献

[1] 赵吉. 机械基础标准新旧对比手册 [M]. 南京：江苏科学技术出版社，2000.
[2] 冯秋官. 机械制图与计算机绘图 [M]. 4 版. 北京：机械工业出版社，2010.
[3] 吕守祥. 工程制图 [M]. 3 版. 西安：西安电子科技大学出版社，2016.
[4] 刘力. 机械制图 [M]. 2 版. 北京：高等教育出版社，2004.
[5] 黄皖苏，潘陆桃. 画法几何及阴影透视 [M]. 2 版. 北京：机械工业出版社，2011.
[6] 刘小年，刘振魁. 机械制图 [M]. 北京：高等教育出版社，2000.
[7] 顾文逵，缪临平. 画法几何简明教程习题集 [M]. 2 版. 上海：同济大学出版社，2014.
[8] 裘文言，张祖继，瞿元赏. 机械制图 [M]. 北京：高等教育出版社，2005.
[9] 焦永和. 机械制图 [M]. 北京：北京理工大学出版社，2003.
[10] 陆国栋，等. 图学应用教程 [M]. 2 版. 北京：高等教育出版社，2010.
[11] 刘朝儒，彭福荫，高政一，等. 机械制图 [M]. 5 版. 北京：高等教育出版社，2006.
[12] 王兰美，殷昌贵，等. 画法几何及工程制图 [M]. 3 版. 北京：机械工业出版社，2014.
[13] 朱冬梅，胥北澜，何建英. 画法几何及机械制图 [M]. 6 版. 北京：高等教育出版社，2008.
[14] 祖业发. 现代机械制图 [M]. 北京：机械工业出版社，2002.
[15] 杨胜强. 现代工程制图 [M]. 北京：清华大学出版社，2004.
[16] 谭建荣，等. 图学基础教程 [M]. 2 版. 北京：高等教育出版社，2006.
[17] 毛昕，等. 画法几何及机械制图 [M]. 北京：高等教育出版社，2004.
[18] 陈震邦. 工业产品造型设计 [M]. 3 版. 北京：机械工业出版社，2014.
[19] 段齐骏. 设计图学 [M]. 2 版. 北京：机械工业出版社，2007.
[20] 聂桂平. 现代设计图学 [M]. 3 版. 北京：机械工业出版社，2011.
[21] 冯开平，左宗义. 画法几何与机械制图 [M]. 2 版. 广州：华南理工大学出版社，2007.
[22] 孙家广. 计算机图形学 [M]. 3 版. 北京：清华大学出版社，2008.
[23] 西北工业大学工程制图教研室. 画法几何及机械制图 [M]. 6 版. 西安：陕西科学技术出版社，2007.
[24] 施法中. 计算机辅助几何设计与非均匀有理 B 样条（修订版）[M]. 北京：高等教育出版社，2013.
[25] 朱心雄. 自由曲线曲面造型技术 [M]. 北京：科学出版社，2000.
[26] 范存礼，等. 画法几何学 [M]. 北京：中国建筑工业出版社，2002.
[27] 常明. 画法几何及机械制图 [M]. 武汉：华中科技大学出版社，2005.
[28] 何斌，陈锦昌，陈炽坤. 建筑制图 [M]. 5 版. 北京：高等教育出版社，2007.
[29] 左宗义，冯开平. 工程制图 [M]. 广州：华南理工大学出版社，2003.
[30] 朱育万，卢传贤. 画法几何及土木工程制图 [M]. 5 版. 北京：高等教育出版社，2015.



Engineering
Drawing



Engineering Drawing

◎ 本书是“十三五”国家重点出版物出版规划项目——现代机械工程系列精品教材，是根据教育部制订的“普通高等院校工程图学课程教学基本要求（2010年5月）”，在征求高校具有丰富教学经验的教师的意见和建议基础上修订而成的。

◎ 本次修订基本保留了第1版的内容、结构体系和叙述风格；更新了技术制图、机械制图和建筑制图国家标准，由此涉及到的局部内容也做了更新；删除了第十一章计算机绘图及三维造型基础（另行成册）。

◎ 本书内容包括：制图的基本知识、机件的常用表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图、焊接构件图、管道布置图、化工设备图、建筑施工图、建筑结构施工图、附录。

◎ 由丛伟主编的《工程制图习题集》《画法几何学》第2版和《画法几何习题集》可与本书配套使用。


欢迎登录机械工业出版社教育服务网
www.cmpedu.com

地址：北京市百万庄大街22号
邮政编码：100037
电话服务
服务咨询热线：010-88379833
读者购书热线：010-88379649
网络服务
机工官网：www.cmpbook.com
机工官博：weibo.com/cmp1952
教育服务网：www.cmpedu.com
金书网：www.golden-book.com
封面无防伪标均为盗版



机工教育微信服务号

ISBN 978-7-111-60007-7
策划编辑◎刘小慧 / 封面设计◎张静



定价：49.00元